

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

“REHABILITACIÓN DE EDIFICIO EN
ALTURA”

AUTOR: Pedro García Boza

TUTOR: Esteban Patricio Domínguez

Leganés, diciembre de 2011.



ÍNDICE:

0.- INTRODUCCIÓN

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.1.- OBJETO DEL PROYECTO
- 1.2.- LEGISLACIÓN APLICABLE
- 1.3.- DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO
- 1.4.- CLASIFICACIÓN DEL EDIFICIO
- 1.5.- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO
- 1.6.- PREVISIÓN DE CARGAS
- 1.7.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES
 - 1.7.1.- INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
 - 1.7.1.1.- TRANSFORMADORES
 - 1.7.1.2.- CELDAS DE MANIOBRA, PROTECCIÓN Y MEDIDA
 - 1.7.2.- GRUPO ELECTRÓGENO (GE)
 - 1.7.3.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN
 - 1.7.3.1.- LINEAS DE ALIMENTACIÓN A LOS CUADROS GENERALES DE BAJA TENSIÓN
 - 1.7.3.2.- CUADROS GENERALES DE BAJA TENSION
 - 1.7.3.3.- CUADROS SECUNDARIOS
 - 1.7.3.4.- LINEAS DE DERIVACION A CUADROS SECUNDARIOS Y TOMAS ELECTRICAS
 - 1.7.3.5.- DISTRIBUCIONES EN PLANTA
 - 1.7.3.6.- ALUMBRADO DE INTERIORES
 - 1.7.4.- RED DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS
 - 1.7.5.- PROTECCION FRENTE AL RAYO
 - 1.7.6.- BATERIA DE CONDENSADORES

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

- 2.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN
- 2.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.
- 2.3.- CORTOCIRCUITOS
 - 2.3.1.- OBSERVACIONES.
 - 2.3.2.- CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO
 - 2.3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN



- 2.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN
- 2.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO
 - 2.4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE
 - 2.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA
 - 2.4.3.- CÁLCULO POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADM
- 2.5.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN
- 2.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T
- 2.7.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS
- 2.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA
 - 2.8.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
 - 2.8.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO
 - 2.8.3.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA
 - 2.8.4.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS
 - 2.8.5.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN
 - 2.8.6.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN
 - 2.8.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS
 - 2.8.8.- INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR
 - 2.8.9.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO
- 2.9.- CÁLCULOS LUMÍNICOS EN GARAJES
- 2.10.- JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO
- 2.11.- HOJA DE CÁLCULO
- 2.12.- INTERPRETACIÓN DE LAS HOJAS DE CÁLCULO
- 2.13.- CÁLCULO DE LÍNEAS

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- 3.1.- GENERALIDADES
 - 3.1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN
 - 3.1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS
 - 3.1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN
 - 3.1.4.- MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES



- 3.1.5.- VIBRACIONES Y RUIDOS
- 3.1.6.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES
- 3.1.7.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES
- 3.1.8.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO
- 3.1.9.- DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES
- 3.2. - CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN
 - 3.2.1.- GENERALIDADES
 - 3.2.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
 - 3.2.2.1.- ENVOLVENTE METÁLICA
 - 3.2.2.2.- APARELLAJE
 - 3.2.2.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
 - 3.2.2.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS
 - 3.2.2.5.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
 - 3.2.3.- CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 KV)
 - 3.2.3.1.- CABLES AISLAMIENTO CON POLIETILENO R ETICULADO (XLPE)
- 3.3.- GRUPO ELECTRÓGENO
 - 3.3.1.- GENERALIDADES
 - 3.3.2.- COMPONENTES
 - 3.3.2.1.- MOTOR DIESEL
 - 3.3.2.2.- ALTERNADOR
 - 3.3.2.3.- ACOPLAMIENTO Y BANCADA
 - 3.3.2.5.- DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE
 - 3.3.2.6.- JUEGO DE HERRAMIENTAS
 - 3.3.2.7.- DOCUMENTACIÓN Y APOYO TÉCNICO
 - 3.3.2.8.- SISTEMA DE ARRANQUE
 - 3.3.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
 - 3.3.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS
 - 3.3.4.1.- FUNCIONAMIENTO MANUAL
 - 3.3.4.2.- FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO
 - 3.3.4.3.- FUNCIONAMIENTO PRUEBAS
- 3.4.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN
 - 3.4.1.- GENERALIDADES
 - 3.4.2.- COMPONENTES
 - 3.4.2.1.- ENVOLVENTES
 - 3.4.2.2.- APARAMENTA
 - 3.4.2.3.- EMBARRADOS Y CABLEADOS



- 3.4.2.4.- ELEMENTOS ACCESORIOS
- 3.5.- CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
 - 3.5.1 GENERALIDADES
 - 3.5.2.- TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN
 - 3.5.2.1.- CABLES 450/750 V (PVC) PARA INSTALACIÓN EN TUBOS Y CANALES
 - 3.5.2.2.- CABLES RZ1-0,6/1 KV (AS) PARA INSTALACIÓN AL AIRE
 - 3.5.2.3.- CABLES RESISTENTES AL FUEGO DENOMINACIÓN (AS+) PARA INSTALACIÓN AL AIRE.
- 3.6.- CANALIZACIONES
 - 3.6.1 GENERALIDADES
 - 3.6.2.- MATERIALES
 - 3.6.2.1.- BANDEJAS
 - 3.6.2.2.- CANALES PROTECTORES
 - 3.6.2.3.- TUBOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS
 - 3.6.2.4.- CAJAS DE REGISTRO, EMPALME Y MECANISMOS
- 3.7.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS
 - 3.7.1.- GENERALIDADES
 - 3.7.2.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)
 - 3.7.3.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)
 - 3.7.4.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI)
 - 3.7.5.- CUADROS CSS
 - 3.7.6.- INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN
 - 3.7.6.1.- DISTRIBUCIÓN PARA ALUMBRADO NORMAL
 - 3.7.6.2.- AHORRO DE ENERGÍA
 - 3.7.6.3.- DISTRIBUCIÓN PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA
 - 3.7.6.4.- DISTRIBUCIÓN PARA TOMAS DE CORRIENTE
- 3.8.- REDES DE TIERRAS
 - 3.8.1.- GENERALIDADES
 - 3.8.2.- REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES
 - 3.8.2.1.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN ALTA TENSIÓN
 - 3.8.2.2.- RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO
 - 3.8.2.3.- RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO
 - 3.8.2.4.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN BAJA TENSIÓN
 - 3.8.2.5.- ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS



3.9.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

3.9.1.- GENERALIDADES

3.9.2.- TIPOS DE LUMINARIAS

3.9.2.1.- LUMINARIAS FLUORESCENTES DE INTERIOR

3.9.2.2.- REGLETAS INDUSTRIALES Y LUMINARIAS HERMÉTICAS PARA INTERIOR

3.9.2.3.- APARATOS ESPECIALES Y DECORATIVOS PARA INTERIOR

3.9.2.4.- APARATOS AUTÓNOMOS PARA ALUMBRADOS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

3.9.3.- COMPONENTES PARA LUMINARIAS

3.9.3.1.- REACTANCIAS O BALASTOS

3.9.4.2.- LÁMPARAS FLUORESCENTES

3.9.4.3.- LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

3.9.4.4.- LÁMPARAS DE DESCARGA DE FORMA ELIPSOIDAL

3.9.4.5.- LÁMPARAS VARIAS

3.10.- PARARRAYOS

3.10.1.- GENERALIDADES

3.10.2.- COMPONENTES

3.10.2.1.- CABEZA CAPTADORA

3.10.2.2.- MÁSTIL

3.10.2.3.- ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA

3.11.- GARAJE

3.12.- BATERIA DE CONDENSADORES

4.- PRESUPUESTO

5.- PLANOS

6.- CONCLUSIONES

7.- BIBLIOGRAFÍA

8.- INDICE DE PLANOS Y FIGURAS



0.- INTRODUCCIÓN:

El presente proyecto, ha sido elaborado y redactado con el objetivo de servir como Proyecto final de carrera, para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, en la especialidad de Electricidad.

En los documentos que se presentan a continuación, se realiza una descripción de las reformas efectuadas en el edificio situado en la Plaza de Colón, 2, que consta de dos bloques, compuestos cada uno de 20 pisos de oficinas y seis sótanos, para adecuarlo a la normativa vigente.

El proyecto está constituido por los siguientes documentos:

- **Memoria descriptiva:** En este capítulo se realiza una descripción de las soluciones adoptadas para llevar a cabo la adecuación del edificio, así como de todos los elementos que abarcan la reforma de la instalación eléctrica.
- **Cálculos de las instalaciones:** Se realizarán los cálculos que justifiquen las medidas llevadas a cabo y anteriormente descritas en la memoria descriptiva.
- **Pliego de condiciones:** En este capítulo se reflejan las condiciones de realización de la obra en los aspectos de materiales, planificación, ejecución y calidad.
- **Presupuesto:** Estudio económico de las distintas partes de la instalación eléctrica.
- **Planos:** Este capítulo se compone de los planos necesarios para llevar a ejecución el proyecto. También se incluyen todos los esquemas unifilares de la instalación.
- **Conclusiones:** En este capítulo se hace una pequeña reflexión del trabajo realizado.



1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO

Este capítulo del proyecto se refiere a las instalaciones eléctricas de Media y Baja Tensión a realizar, conforme a los Reglamentos Electrotécnicos correspondientes y demás normas complementarias vigentes, en el edificio de la Plaza de Colón, 2 en Madrid, propiedad de Mutua Madrileña.

1.2.- LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la realización de este proyecto han regido los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, los de la Compañía Suministradora, los del Ayuntamiento y en particular los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de Agosto, Instrucciones Técnicas Complementarias y normas UNE de aplicación.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento de Centrales Generadoras de Energía.
- Reglamento de Estaciones Transformadoras.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1.982 e Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas instrucciones MIE-RAT con orden de fecha 6 de Julio de 1.984.
- Código Técnico de la Edificación (2006).
- Normas particulares de la Compañía Suministradora.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente)

1.3.- DESCRIPCION DEL CONJUNTO.

En este apartado se describirán las modificaciones efectuadas y que posteriormente serán descritas en los demás apartados de la presente memoria, con el objeto de definir en su totalidad, todos los elementos de la instalación eléctrica.



Las instalaciones eléctricas consistirán en:

La sustitución del Cuadro General de Baja Tensión (único y compartido con otros usos) que actualmente está ubicado en la sala máquinas y del resto de cuadros anexos a éste. Se procede a reubicar los CGBT (Red y Red/Grupo) y los correspondientes cuadros secundarios, de forma acorde a sus futuras utilidades. Así mismo, se realiza la sustitución de todo el cableado correspondiente a la instalación eléctrica que parte desde el Centro de Transformación de abonado, adaptándolo a la nueva normativa vigente. El CGBT se divide en dos, una parte correspondiente a red normal y otra de red/grupo. Tal y como viene representado en el documento de planos, se ubicarán en diferentes cuartos técnicos, con sectores de incendios separados, y su disposición dentro de los mismos será tal que sus lados posteriores estén pegados pared con pared.

También se sustituye la instalación eléctrica que alimenta a las oficinas dispuestas desde la planta 1 hasta la planta 20 de cada torre, a razón de una oficina por planta. La nueva instalación eléctrica correspondiente a estas oficinas que están habilitadas para poder ser arrendadas, partirá desde la centralización de contadores existente para cada una de las torres (Contadores Torre-1 y Contadores Torre-2) hasta los Cuadros Secundarios de las oficinas. El suministro de energía para estas oficinas viene desde el Centro de Transformación de compañía ubicado dentro del Sótano 2 del edificio.

El Cuadro General de Baja Tensión de red/grupo, dispondrá de una conmutación que posibilitará, según sea necesario, la alimentación desde el centro de transformación (red normal) o extraordinariamente desde el grupo electrógeno (emergencia).

La sustitución de las líneas eléctricas principales se realiza acorde a normativa. Se aprovechará también para adecuar la aparamenta del centro de transformación de abonado, y se sustituirá el grupo electrógeno existente por uno nuevo con potencia adecuada y ubicado en el mismo cuarto, teniendo en cuenta tanto la refrigeración como la extracción de su escape dentro de las dimensiones disponibles que nos ofrece el cuarto actual. La refrigeración del grupo electrógeno se realizará mediante intercambiador de calor externo al mismo, de forma que dicho sistema pueda ubicarse aparte.

El Cuadro General de Baja Tensión de red normal, estará alimentado mediante dos transformadores secos en paralelo (existentes) de 800 KVA cada uno, ubicados en el Centro de Transformación de abonado. Dichos Cuadros Generales de BT (red y red/grupo), estarán dimensionados para poder soportar



el cortocircuito generado por los dos transformadores en paralelo anteriormente comentados.

El suministro de reserva estará atendido mediante un Grupo Electrónico de 520 KVA de arranque, conexión a la red, desconexión y parada automáticos por falta y vuelta del suministro normal. Este grupo dará servicio al correspondiente Cuadro General de BT de red/grupo a través de una conmutación ubicada dentro del mismo.

Parte de la instalación eléctrica que va desde el centro de transformación de compañía hasta las oficinas será saneada. Por un lado, se eliminarán las líneas intermedias existentes (con sus correspondientes protecciones) desde la centralización de contadores hasta los Cuadros Secundarios de Oficinas, y por otro, se sustituirá toda la instalación interior de las mismas.

Las secciones, longitudes, caídas de tensión y demás valores calculados de los conductores principales, así como las potencias a suministrar a cada cuadro secundario o carga eléctrica, vienen detallados en las correspondientes tablas de cálculos adjuntas en el apartado 2.13 “Cálculo de líneas” dentro de los cálculos justificativos del presente proyecto.

En referencia a la sección HE5 del Código Técnico de la Edificación, no es necesaria la instalación de sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos. Tal y como se especifica en el C.T.E. el edificio Torres de Colón estaría definido dentro del tipo administrativo (oficinas) con una superficie construida mayor a 4.000m² (Ver tabla 1). Sin embargo, al tratarse de la rehabilitación de un edificio existente, no es obligatoria la contribución fotovoltaica siempre y cuando se justifique el empleo de medidas o elementos alternativos que produzcan un ahorro eléctrico equivalente. Por lo tanto, en el actual proyecto justificamos la no existencia de contribución fotovoltaica mediante la implantación de un sistema de regulación de alumbrado para el aprovechamiento de la luz natural en las oficinas, consiguiendo de esta manera una alternativa válida para el ahorro de energía.

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Tabla 1: Ámbito de aplicación sistemas captación y transformación de energía.



1.4.- CLASIFICACIÓN DEL EDIFICIO

Eléctricamente el edificio está tratado como de “Pública concurrencia”, por el “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión” en la ITC 28 (“instalaciones en locales de pública concurrencia”), se engloba dentro del grupo “locales de reunión, trabajo y usos sanitarios”, al ser un edificio cuya ocupación prevista es de más de 50 personas.

1.5.- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En este punto se describen y justifican las soluciones a adoptar para las instalaciones que este capítulo contempla.

Desde el Cuadro General de BT de suministro de red, alimentado por dos transformadores en paralelo de 800 kVA cada uno, partirán circuitos para Cuadros Secundarios y Tomas Eléctricas para usos comunes del edificio.

El Cuadro General de BT de suministro red/grupo estará alimentado normalmente por los dos transformadores en paralelo de 800 KVA comentados anteriormente, o en su defecto, por un grupo electrógeno de 520 KVA que sustituirá al existente. Desde este cuadro partirán los circuitos considerados de emergencia: Grupos de Presión de Protección Contra Incendios (BPI-1; BPI-2 y BPI-J), Cuadros Secundarios de Extracción (CS-EXT1 y CS-EXT2), ascensores (CFE-1G; CFE-2G y CFE-3G), sistema de seguridad de barrera, portón y cámaras de CCTV (CS-POR), elementos de PCI (centralitas de incendios, cortinas de agua, centralita de CO, etc.) y alumbrado de emergencia (CSSCC-G).

Para las instalaciones de alumbrado y fuerza de zonas comunes y núcleo central se preverán dos Cuadros Secundarios: CSSCC-N (Red) y CSSCC-G (Red/Grupo). Ambos estarán situados en el mostrador del sótano. Las cargas que se encuentran aguas abajo de estos cuadros aparecen debidamente representadas en los correspondientes esquemas unifilares dentro del documento de planos.

Para cada torre se dispone de una oficina por planta. Cada una de estas oficinas será alimentada por un Cuadro Secundario de Alumbrado y Fuerza. Cada oficina dispondrá de su correspondiente contador en BT y ubicado en su correspondiente centralización de contadores. Existen dos cuartos específicos para la Centralización de Contadores de cada torre según corresponda. Ambos cuartos de contadores (Contadores Torre 1 y Contadores Torre 2) están localizados en la planta Sótano 2. Estas oficinas son alimentadas desde un



centro de transformación de compañía existente que está ubicado dentro del edificio y junto al de abonado en el Sótano 2.

Para la solución a adoptar con dos escalones de protección: Cuadro General de BT y Cuadros Secundarios, se diseñarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de tal forma que existirá entre ellos Selectividad total en el disparo frente a cortocircuitos para la máxima corriente obtenida por cálculo en cada punto, teniendo en cuenta que la corriente de cortocircuito máxima en barras del Cuadro General de BT está prevista para dos transformadores en paralelo de 800 kVA cada uno.

En los dos edificios objeto de estudio, se procederá al desmontaje de algunos cuadros existentes, los cuales serán sustituidos por otros que podrán estar o no ubicados en la misma zona, según como hayan sido reorganizados los diferentes consumos de las cargas a los que estos deban abastecer.

Así mismo, hay otros cuadros o consumos que se mantendrán intactos, tanto física como geográficamente. En este caso se desmonta el cableado existente en la actualidad que da suministro a estos cuadros, y se sustituye por cableado nuevo que alimente dichos cuadros y cumpla con los requisitos establecidos por la reglamentación vigente al respecto.

Para facilitar el reconocimiento y posterior seguimiento de las diferentes actuaciones realizadas sobre cada uno de los cuadros existentes (si han sido mantenidos, desmontados, desmontados y reubicados, etc.), así como de la solución planteada para la nueva instalación eléctrica del edificio Torres de Colón, se ha realizado la siguiente tabla, donde se detalla:

- Cuadros existentes actualmente (columna 1).
- Actuación sobre el cuadro existente (columna 2).
- Cuadros proyectados o mantenidos que cumplen la misma función que el existente (columna 3).
- Cuadro que alimenta y protege aguas arriba al cuadro que se mantiene o que sustituye al existente (columna 4).
- Ubicación de los cuadros proyectados o mantenidos dentro de la instalación (columna 5).
- Tipo de suministro: red o red/grupo (columna 6).



1	2	3	4	5	6
CUADROS EXISTENTES	ACTUACIÓN SOBRE EL CUADRO	CUADRO QUE CUMPLE SUS FUNCIONES	CUADRO DE ALIME. AGUAS ARRIBA	UBICACIÓN	ALIMENTACIÓN
CCM1. Frío General	Desaparece y se reubican sus consumos en cuadros nuevos	CS-SM y CS-BCT2	CGBT (Red)	CS-SM:Sótano 2 CS-BCT2: Planta cabeza torre	Red
Góndola Torre A	Se mantiene	Góndola A	CS-BCT2	Planta cabeza torre	Red
Góndola Torre B	Se mantiene	Góndola B	CS-BCT1	Planta cabeza torre	Red
CCM2. Calor General	Desaparece y se reubican sus consumos en un cuadro nuevo	CS-SM	CGBT (Red)	Sótano 2	Red
CFE-1. Ascensores	Se mantiene	CFE-1N	CGBT (Red)	Planta terraza torre A	Red
CFE-2. Ascensores	Se mantiene	CFE-2N	CGBT (Red)	Planta terraza torre B	Red
CFE-3. Ascensores	Se mantiene	CFE-3N	CGBT (Red)	Planta sótano 2	Red
Escal. Mecá. bajar	Se mantiene	Esca. Mec.	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
Escal. Mecá. Subir	Se mantiene	Esca. Mec.	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
Taller Mecánico	Se mantiene	Taller Mec.	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
Caja T.Fuerza Aparc. P3 y Enchuf	Desaparece y se reubica en un cuadro nuevo	CAAS3	CAAS3	Sótano 3	Red/Grupo
Cuadro G.E.	Desaparece	-	-	-	-
Cuadro Bombas AS	Se mantiene	Bombas AS	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 3	Red
CAA Aparcamiento (Red)	Desaparece y se reubican sus consumos en cuadros nuevos	CAAS3 CAAS4 CAAS5 CAAS6	CSSCC-G (Vestíbulo)	CAAS3:Sótano3 CAAS4:Sótano4 CAAS5:Sótano5 CAAS6:Sótano6	Red/Grupo
CASM-Sala Máquinas (Red)	Desaparece y se sustituye por un cuadro nuevo	CASM	CGBT (Red)	Sótano 2	Red
CA_1 S.Generales de Plantas	Desaparece y se reubican sus consumos en cuadros nuevos	CZC1-P2 CZC2-P2	CGBT (Red)	CZC1-P2:Planta2 CZC2-P2:Planta2	Red
CF Calle	Se mantiene	CF Calle	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
Tratamiento Agua	Se mantiene	Trat. A. Potable	CGBT (Red)	Sótano 5	Red
CAAR Alumbrado Rampa (Red)	Desaparece y se reubican sus consumos en un cuadro nuevo	CSSCC-N	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
Alumbrado Cornisa Exterior	Se mantiene	Al. Cornisa Ext.	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
Baterías de apoyo	Desaparece	-	-	-	-
CAA Aparcamiento (Red/Grupo)	Desaparece y se reubican sus consumos en cuadros nuevos	CAAS3 CAAS4 CAAS5 CAAS6	CSSCC-G (Vestíbulo)	CAAS3:Sótano3 CAAS4:Sótano4 CAAS5:Sótano5 CAAS6:Sótano6	Red/Grupo
CASM-Sala Máquinas (Red/Grupo)	Desaparece y se sustituye por un cuadro nuevo	CASM	CGBT (Red)	Sótano 2	Red
Alumbrado Interior Cuadro	Desaparece	-	-	-	-
Pupitre Tensión de Mando	Desaparece	-	-	-	-
Baterías de Condensadores	Se sustituye por una batería de condensadores nueva	Bat. Cond.	CGBT (Red)	Sótano 2	Red
CCM4-Ventilación S.Generales	Desaparece y se reubican sus consumos en cuadros nuevos	CS-SM CS-BCT2 CS-BCT1 CS-EXT 1	CGBT (Red)	CS-SM:Sótano 2 CS-BCT2:Cabeza torres CS-BCT1:Cabeza	CS-SM:Red CS-BCT1:Red CS-BCT2:Red CS-EXT 1:



				torres CS-EXT 1:Sótano 1	Red/Grupo
CFE-1.Ascensores	Se mantiene	CFE-1G	CGBT (Red/Grupo)	Planta terraza torre A	Red/Grupo
CFE-2 Ascensores	Se mantiene	CFE-2G	CGBT (Red/Grupo)	Planta terraza torre B	Red/Grupo
CFE-3.Ascensores	Se mantiene	CFE-3G	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 2	Red/Grupo
Barreras y Portón	Se mantiene	CS-POR	CSSCC-G (Vestíbulo)	Sótano 1	Red/Grupo
CAAR Alumbrado Rampa (Red/Grupo)	Desaparece y se reubica en un cuadro nuevo	CSSCC-N (Vestíbulo)	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 1	Red
CAE-S.Generales	Desaparece y se reubican sus consumos en dos cuadros nuevos	CSSCC-N CSSCC-G	CGBT	Sótano 1	CSSCC-N: Red CSSCC- G:Red/Grupo
CAT_1 Taller Mec. y Alarma Trafos	Desaparece y se sustituye por un cuadro nuevo	CAT 1	CGBT (Red)	Sótano 2	Red
Alumbrado Huecos Cabinas y SM Torre A	Se mantiene	CS-CABINA A	CASM	Planta terraza torre A	Red
Alumbrado Huecos Cabinas y SM Torre B	Se mantiene	CS-CABINA B	CASM	Planta terraza torre B	Red
CCM3 Tratamiento de Aire y Fontanería	Desaparece y se reubican sus consumos en cuadros nuevos	CS-SM CS-EXT 1	CGBT	CS-SM:Sótano2 CS-EXT 1: Sótano1	CS-SM:Red CS-EXT 1: Red/Grupo
Cuadro Bombas AS	Desaparece y se sustituye por un cuadro nuevo	Bombas AS	CGBT (Red)	Sótano 3	Red
-	-	CS-EXT 2	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 2	Red/Grupo
-	-	BPI-1	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 6	Red/Grupo
-	-	BPI-2	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 6	Red/Grupo
-	-	BPI-J	CGBT (Red/Grupo)	Sótano 6	Red/Grupo
-	-	CS-BF	CGBT (Red)	Sótano1	Red
-	-	TE-DH1	CGBT (Red)	Sótano 1	Red
-	-	TE-DH2	CGBT (Red)	Sótano 1	Red

En el documento de planos, aparecen identificadas las diferentes zonas de influencia de aquellos cuadros cuya ubicación y distribución, dentro de la nueva instalación proyectada, conllevan cierta dificultad a la hora de reconocer los servicios a los que protegen y alimentan aguas arriba.

Alumbrado de Evacuación y Antipánico.

Están atendidos mediante aparatos autónomos con telemandos, disponiendo de lámparas fluorescentes de una hora de autonomía, calculados para la superficie que han de cubrir. El criterio utilizado para la distribución de luminarias de emergencia ha sido el siguiente:



- En las plantas de oficinas se ha optado por un alumbrado de emergencia del tipo no permanente mediante lámparas de 8 W de potencia con 210 y 310 lúmenes. Sin embargo, en estas plantas no se incorpora ningún sistema de gestión ni mantenimiento, ya que se considera que el mantenimiento del mismo lo deberá desarrollar el arrendatario.
- En zonas de acumulación de público y en general todas aquellas que puedan considerarse de evacuación (vestíbulos, pasillos, escaleras, salones, etc.) el número de ellas estará calculado en razón de las superficies del local y la cubierta por la luminaria. Estas zonas serán atendidas mediante aparatos autónomos del tipo no permanente con una lámpara fluorescente. Estarán dotados de sistema de gestión y mantenimiento, incluyendo una centralita y software para PC.
- En los sótanos y cuartos técnicos, se situarán luminarias de emergencia estancas IP-44 de 8 W (165 lúmenes) y 11 W (450 lúmenes). Estas luminarias se dispondrán para la señalización de puertas de salida, puntos de extinción y cuadros eléctricos, al tiempo que proporcionan una iluminación que permite la localización de obstáculos hasta la salida. En estas zonas también se dispone de sistema de gestión y mantenimiento centralizado.

En las zonas donde el responsable del mantenimiento de la instalación es la propiedad del edificio, se ha optado por incorporar un sistema de gestión que incluye una centralita y software para PC comentado anteriormente. Este sistema de control centralizado permite visualizar el estado del conjunto de las emergencias, ofreciendo informes periódicos del funcionamiento de la instalación.

Se podrá conocer de forma inmediata en el Control Centralizado de la Gestión Técnica, el disparo de interruptores diferenciales y alarmas.

Además de estas luminarias autónomas destinadas a uso de alumbrados de emergencia, el edificio dispondrá de un Grupo Electrógeno destinado a cubrir las necesidades de un Suministro Complementario de Reserva con una potencia de 520 kVA. Mediante este suministro se cubrirán los servicios de Emergencia siguientes: GPI, Sistema de extracción de humos, centralitas de incendio, Ascensores de Seguridad y la Fuerza y Alumbrado de garajes (Sótanos 3, 4, 5 y 6). Su conmutación automática será motivada por el fallo o retorno del suministro normal; también realizará estas conmutaciones a consecuencia de variaciones en la tensión por encima o por debajo de un 25% en el suministro normal. El tiempo de la conmutación total entre ambos



suministros, incluido el tiempo de arranque, estabilización de la tensión y frecuencia de la corriente en el grupo electrógeno, no será superior a veinte segundos.

Medidas de seguridad

Para el servicio de los Ascensores de Seguridad, Bombas de Incendios y Extractores de humos las líneas de alimentación tendrán aislamientos contra el fuego (AS+), cuyas características se describirán en apartados posteriores.

En todas las salidas de circuitos de Cuadros se instalarán dispositivos de corrientes diferenciales por fallos de aislamientos, con selectividad encadenada, para protección contra contactos indirectos.

1.6.- PREVISIÓN DE CARGAS

Para la determinación de las potencias a plena carga que cubran las necesidades para los Suministros Normal de Compañía en AT y Complementario de Reserva por Grupo Electrógeno, se ha partido de los datos de potencia ya existentes de aquellos elementos eléctricos que se mantienen, así como de los planos de planta donde están representados los puntos de luz y tomas de corriente, de cuyo recuento y aplicación del coeficiente 1,8 sobre la potencia de lámparas de descarga se han obtenido las cargas instaladas reflejadas en esquemas de cuadros, que por acumulación y aplicación de los coeficientes de simultaneidad extraídos del uso habitual en esta clase de edificios nos dan los siguientes valores finales:

Potencia total instalada en CGBT-Red = 1.804,5 kVA

Potencia total instalada en CGBT-Red/Grupo = 317,5 kVA

Potencia total instalada = 2.122 kVA

Para atender esta demanda existen dos transformadores en paralelo de 800 kVA cada uno, dispuestos como se indica en el apartado 3 de esta memoria, lo que supone admitir una simultaneidad total de 0,75 sobre la potencia total instalada, y un Grupo Electrógeno de 520kVA para el Complementario de Reserva, debiendo ser revisado en el caso de tener que atender servicios suplementarios en el futuro, cuyas características se detallan en el apartado **6.1** de la memoria.

1.7.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

En este apartado se definirán todas las instalaciones existentes en el proyecto y describiendo las soluciones adoptadas para llevar a cabo la reforma eléctrica de los edificios.

1.7.1.- INSTALACION DE MEDIA TENSIÓN – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación está formado por los transformadores de Compañía y Abonado, además de las celdas de media tensión (maniobra, protección y medida), cuyas características se definen a continuación.

1.7.1.1.- TRANSFORMADORES

Los transformadores empleados serán del tipo secos, con bobinados de media tensión encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi, para el CT Compañía y el CT abonado. Estos transformadores no han sido sustituidos, por lo que se mantendrán los existentes y seguirán ubicados en el sótano 2 (Ver plano “sótano 2”).

La acometida eléctrica del edificio se realiza en media tensión, manteniendo la existente, por lo que queda excluida del presente proyecto.

El uso de transformadores secos proporciona una mayor seguridad frente al riesgo de incendios, siendo su encapsulado ignífugo y autoextinguible. Adicionalmente se evitan riesgos por derrames de líquidos contaminantes, por lo que no requieren la construcción de un foso para la recogida del aceite, que implica una mayor operabilidad y fiabilidad, así como un menor mantenimiento.



Figura 1: transformador seco MT/BT.

Características de los transformadores:

- Tensión primaria: 15 kV.
- Tensión secundaria: 400 V.
- Potencia nominal: 800kVA.
- Nivel de aislamiento nominal de hasta 36 kV
- Frecuencia nominal de 50 Hz.
- Devanados de MT encapsulados en resina moldeada.
- Devanados de BT preimpregnados.
- Aislamiento térmico de clase F.
- Protección térmica en devanado por termistores.
- Certificado E3, C3, F1.
- Almacenamiento a temperaturas extremas, hasta -60 °C.
- Resiste elevados niveles de humedad > 95%.
- Con refrigeración natural (AN).
- Instalación interior.
- Envoltente con protección IP44.

1.7.1.2.- CELDAS DE MANIOBRA, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Las celdas a emplear son las existentes en el edificio, no siendo necesario realizar ninguna modificación. Se mantienen ubicadas en el mismo emplazamiento, Centro de Transformación, sótano 2.

La disposición de las distintas celdas es la siguiente:

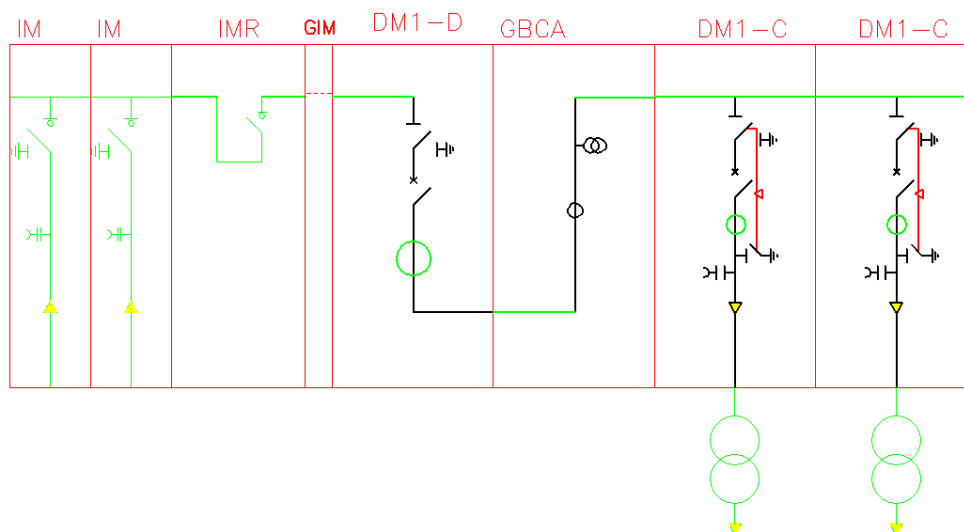


Figura 2: Esquema unifilar del centro de transformación.



Descripción de las celdas:

Celda de línea – IM: Celda de interruptor-seccionador, ambos de corte en SF6.

Celda de seccionamiento y remonte – IMR: incluye conexión con celdas contiguas y seccionador en SF6. Impide la maniobra en carga del seccionador de celda DM1-D.

Celda de paso de barras – GIM: cumple la función de separación entra la zona de Compañía y Abonado.

Celda de protección con interruptor automático – DMI-D: incluye el interruptor automático de protección general.

Celda de medida – GBCA: medida de tensión e intensidad a través de transformadores.

Celdas de protección con interruptor automático – DM1-C: Incluye el interruptor automático de protección del transformador.

1.7.2.- GRUPO ELECTRÓGENO

Para garantizar un suministro de reserva en caso de fallo del Suministro Normal se mantiene una fuente de alimentación independiente, formada por un Grupo Electrónico que sustituye al existente.

El nuevo grupo electrónico dispone de una potencia de 520 KVA de conformidad con la Previsión de Cargas y para una tensión 3x400/230 V a 50 Hz, movido por motor Diesel. Su ubicación viene representada en planos, siendo la misma que la del grupo existente al que sustituirá, en planta Sótano2.

Las cargas fundamentales de seguridad que debe atender serán las de Ascensores de Emergencia, Grupo de Presión Contra incendios, Sistemas de Seguridad (CCTV, portón entrada garaje, barreras, persianas...), Ventilación de Extracción, Centralitas de Incendios y Fuerza y Alumbrado de Garajes. El alumbrado de Emergencia se resuelve con luminarias autónomas con baterías.

Características luminarias autónomas con baterías.



Figura 3: Luminaria autónoma con batería.

Potencia: 8-11 W

Tensión-frecuencia: 220V- 50Hz

Luminaria autónoma no permanente -Autonomía 3hs

El grupo electrógeno se instalará en sala independiente (misma sala en la que se encuentra el actual grupo), con sistema de arranque automático por batería de acumuladores a causa del fallo en el suministro normal, las conmutaciones de la carga también automáticas, así como parada por vuelta del suministro normal. La refrigeración del motor será por agua e intercambiador de calor.

Con chimenea de evacuación de gases de acero inoxidable, bastidor fundamental, sistema de calefacción para el líquido de combustión y del agua refrigerante, mediante resistencia de caldeo eléctrico, con objeto de mantener el motor en óptimas condiciones de arranque. La temperatura del agua se fijará y controlará mediante termostato diferencial.

Cuadro de control para arranque automático microprocesado, medida, alarmas, interruptor automático de 4x800 A, sin conmutación, tanque de combustible bajo bancada con indicador de nivel de 500 litros de capacidad, el llenado del depósito se dispondrá con bombeo manual desde bidón con manguera.

La capacidad del depósito de gas-oil está dimensionado para que el grupo electrógeno pueda funcionar un mínimo de cuatro horas con unas condiciones de trabajo del 100% de la carga (consumo de combustible a 100% de carga de 125 l/h).

El recinto del Grupo Electrónico dispondrá de sistema de extinción automático y cumplirán las normas de Prevención de Incendios de la Comunidad y Ayuntamiento de Madrid.



CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Modelo: **DPA 550 E ST**

Pesos y Dimensiones (mm)

Tensión (V):**400/230**

Largo (L):**3810**

Frecuencia (Hz):**50**

Ancho (A):**1200**

Potencia continua (kVA):**500**

Alto (H):**2365**

Potencia emergencia (kVA):**520**

Peso (kg):**4208**

Potencia continua (kW):**400**

Capacidad depósito (l):**943**

Potencia emergencia (kW):**416**

Estructura mecánica: **FIJO SIN CAPOT**

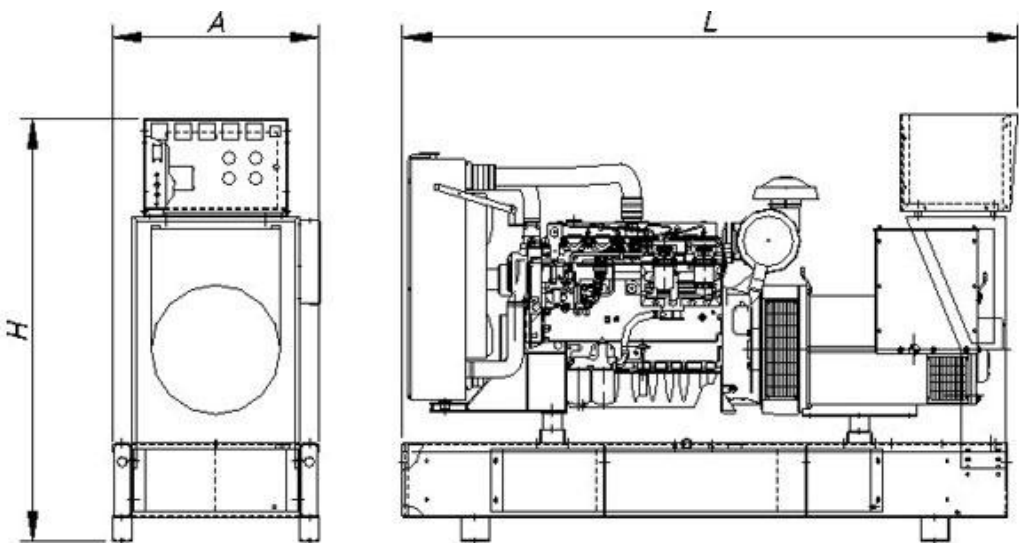


Figura 4: dimensiones grupo electrógeno.

	Potencia Continua		Potencia Emergencia	
	L/h	Autonomía (horas)	L/h	Autonomía (horas)
25%	0	0	0	0
50%	55	17,1	0	0
75%	81	11,6	0	0
100%	106	8,9	115	8,2

Tabla 2: tabla consumos/autonomía grupo electrógeno



CARACTERÍSTICAS DEL CUADRO ELÉCTRICO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Instrumentos de medida

Reloj intensidad batería

Instrumentos de Control

Placa de control: **DEEP SEA 7320**

Arranque Auto.fallo red

Arranque Manual

Arranque remoto

Alta temperatura agua motor

Bajo Nivel de Combustible (500 l)

Bajo Nivel agua radiador

Alarmas

Fallo de arranque

Fallo carga batería

Baja presión de aceite

Parada de emergencia

Sobrevelocidad

Grupos Automáticos

Vigilante-trifásico de red

Cargador mantenedor de baterías

Conmut. voltímetro FASE-RED-GRUPO

Conmutador de fto. Auto/Manual

Leds indicadores conmut. RED|GRUPO

Software control remoto

Puerto comunicaciones RS 232

Puerto comunicaciones RS 485

Instrumentos de Protección

Seta de emergencia

Conmutación: **4P 800A 400/230V**

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Marca: **PERKINS**

Modelo: **2506C-E15TAG2**

Controlada Electrónicamente

Nº de cilindros: **6**

Cilindrada (c.c.): **15200**

Diámetro (mm): **137**

Carrera (mm): **171**

Relación de compresión: **16:1**

Refrigeración agua

Velocidad (r.p.m.): **1500**

Potencia Mecanica Neta (kWm): **478**

Capacidad depósito (l): **943**

Sistemas de Refrigeración

Caudal de aire del ventilador (m3/min): **722**

Sistema de Lubricación

Capacidad carter de aceite (l): **62**

Consumo aceite (% consumo combustible): **0,1**

Sistema de Admisión

Caudal de admisión aire aspirado (m3/min): **36,6**

Sistema eléctrico

Nº Baterías: **2**

Batería: **12V 44Ah-730A**

Sistema de Escape

Diámetro entrada ("): **6**

Diámetro salida ("): **6**

Diámetro cuerpo (mm): **381**

Longitud total escape (mm): **1.300**

Temperatura salida gases (°C): **550**

Caudal gases (m3/min): **98**

CARACTERÍSTICAS DEL ALTERNADOR

Modelo: **HCI 5_4 C1**

Regulación electrónica

AVR: **AS440**

Potencia (kVA): **520**

1.7.3.- INSTALACION DE BAJA TENSIÓN.

En este proyecto, se considerará que la instalación de BT tiene su origen a la salida del transformador, y en nuestro caso, también a la salida del grupo electrógeno.

Desde la salida de los transformadores y el grupo electrógeno, partirán las líneas eléctricas hasta el CGBT. El CGBT alimentará los cuadros secundarios, que a su vez, alimentarán a todos los elementos de la instalación.

Las características principales de cada uno de estos elementos constituyentes de la red de distribución de baja tensión se describen en los apartados siguientes.

1.7.3.1.-LINEAS DE ALIMENTACIÓN A LOS CUADROS GENERALES DE BT.

Estas líneas son las que enlazarán las bornas de BT de los transformadores con los CGBT de servicio normal y las bornas de los Alternadores de los Grupos hasta la conmutación del CGBT de servicio de emergencia.

Las conexiones de los Transformadores con los CGBT de Red y de Red-Grupo, serán en cable de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, no propagador del incendio, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación R Z1-0,6/1 kV-K(AS).

La conexión del Grupo Electrógeno con el CGBT de Red-Grupo, será de cobre con designación RZ1-0,6/1KV(AS+) resistente al fuego.



Características conductor RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

El cable cero halógenos RZ1-K (AS) es un cable de alta seguridad. En caso de incendio no emite sustancias tóxicas ni gases corrosivos, por lo que protege la salud pública y evita posibles daños a los equipos electrónicos. Por esta razón se recomienda su uso en lugares públicos como: hospitales, escuelas, museos, aeropuertos, estaciones de autobús, comercios en general, túneles, metros, etc. así como en centros de cálculo, oficinas, plantas de producción, laboratorios, etc.

Los gases y ácidos emitidos por la combustión de un cable conteniendo halógenos son altamente tóxicos para las personas expuestas a estos gases, con un posible resultado de muerte debido al envenenamiento. El cable RZ1-K (AS) no emite ninguna de estas sustancias, con lo que mejora la seguridad general de la instalación.

El ácido clorhídrico (HCl) desprendido durante la combustión de un cable conteniendo halógenos es altamente corrosivo y afecta seriamente a los equipos electrónicos y a los ordenadores. El cable RZ1-K (AS) no emite ácido clorhídrico (HCl), evitando este tipo de daño.

Este cable evita la pérdida de visibilidad debida al humo producido por la combustión, por lo que facilita la evacuación de las personas y el trabajo del personal de rescate.

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una gran transmisión de potencia así como una mayor resistencia a sobrecargas. Adicionalmente, alcanza una temperatura máxima de servicio del conductor de 90 °C (vs. 70 °C en los cables tipo NYY, VV, N1VV-K).

La cualidad de no propagación del incendio de los cables RZ1-K (AS) evita desastres y contribuye a mejorar la seguridad general de la instalación.

El cable RZ1-K (AS) no contiene ningún material halogenado, evitando la emisión de dioxinas a la atmósfera.

Características técnicas:

- Conductor de cobre electrolítico recocido.
- Aislamiento polietileno reticulado XLPE.
- Tensión nominal máxima 0,6/1 KV.
- La identificación normalizada, según HD 308, es por colores.
- Temperatura máxima 90°.



Figura 5: conductor RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

Características conductor RZ1-KV (AS+) 0,6/1 kV

Los cables RESISTENTES AL FUEGO (AS+), cumplen con lo establecido en la ITC-BT-28 “Locales de pública concurrencia” para las instalaciones de circuitos de seguridad no autónomos o en circuitos de servicio con fuentes autónomas centralizadas.

Asimismo dan cumplimiento a lo indicado en el REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, estable en su Anexo II.

- punto 9: “En el caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre”.

Las características constructivas y de ensayos de los cables resistentes al fuego (AS+) se indican en la norma UNE 211025 “*Cables con una resistencia intrínseca al fuego, destinados a circuitos de seguridad*”, la utilización de este tipo de cables es obligatoria en determinadas aplicaciones con la entrada en vigor del REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN 2002 (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, BOE 18/09/02)

Esta norma incluye los siguientes tipos de cable:

- cables de tensión asignada 300/500 V (cables sin pantalla y cables apantallados).
- cables de tensión asignada 0,6/1 kV (cables sin pantalla ni armadura, cables apantallados y cables armados).



Figura 6: conductor RZ1-KV (AS+) 0,6/1 kV

Características técnicas:

- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama.
- No propagación del incendio.
- Resistencia al fuego.
- Libre de halógenos.
- Reducida emisión de gases tóxicos.
- Baja emisión de humos opacos.
- Muy baja emisión de gases corrosivos.

DESCRIPCIÓN DEL CABLE

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228 (Real Decreto 2267/2004).



Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX:

- Silicona hasta 25 mm² (SZ1-K).
- Cinta vidrio-mica + XLPE a partir de 35 mm² (RZ1-K)

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro; según UNE 21089-1:2002 *“Identificación de los conductores aislados de los cables”*, aprobada por el Real Decreto 223/2008.

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos.

Color: Naranja.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.
- Adecuado para circuitos de servicios de seguridad no autónomos o con fuentes autónomas centralizadas: (alumbrado de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores...).
- Para la alimentación de extractores y ventiladores para control de humo de incendio en garajes, aparcamientos, cocinas industriales, establecimientos comerciales o públicos y atrios (ver Código Técnico de la Edificación DB-SI 3 punto 8).
 - Servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas (ITC-BT 28).
 - Extractores y ventiladores para control del humo de incendio en garajes, aparcamientos, cocinas industriales, establecimientos públicos y atrios (CTE, DB-SI 3 pto. 8).

Las secciones de los conductores serán capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito sin superar los 250 °C en el tiempo de corte del interruptor automático que le protege, y no superar caídas de tensión que sobrepasen los permitidos por el Reglamento Vigente.

La instalación será al aire sobre bandeja ventilada o canalizados en tubos grapados al paramento por encima de falsos techos. En el caso de utilizar



bandeja, irán clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el diámetro del cable unipolar que lo forma. Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y estos irán atados a ellas (abrazados por ternas) con bridas de poliamida.

Las bandejas metálicas perforadas irán puestas a tierra en todos sus recorridos.

Para la conexión de los cables a las bornas de interruptores, se utilizarán terminales metálicos, que se unirán a los cables por presión mediante útil hexagonal que garantice una perfecta conexión sin reducción aparente de la sección.

En el interior de los cuadros, estos cables se fijarán al bastidor de los mismos a fin de liberar a las conexiones de tensiones mecánicas.

Los circuitos quedarán identificados mediante etiquetas donde vendrá indicado su destino, cuadro de procedencia, interruptor que le protege y características propias del cable.

1.7.3.2.- CUADROS GENERALES DE BAJA TENSIÓN.

Los cuadros generales de baja tensión están ubicados en el sótano 2.

Su destino será alojar todos los dispositivos de seccionamiento y protección de los circuitos de llegada (transformadores y grupos electrógenos) y salidas para cuadros secundarios y tomas eléctricas de los consumos comunes del edificio. Estarán independizados ambos servicios de red y de red-grupo.

Cada CGBT (Red y Red/Grupo) estará ubicado en un local de uso exclusivo situado en la planta Sótano 2 y que forme sector de incendio respecto a otros recintos.

Los CGBT de Red y de Red-Grupo previstos están constituidos por una envolvente metálica formada por paneles adosados, provistos de doble puerta delantera: la primera transparente bloqueada por cerradura; la segunda metálica y troquelada para dejar accesibles los mandos de los interruptores automáticos ocultando al propio tiempo las conexiones y partes metálicas en tensión. Todos sus elementos y apareamiento serán accesibles por la parte delantera, no siendo necesario para la sustitución y/o reparación de cualquier elemento acceder a la parte trasera.



Los embarrados y cableados soportarán los efectos térmicos, electromagnéticos y dinámicos que la red les puede solicitar. Así mismo, los conductores serán no propagadores de incendio ni llama y de baja emisión de humos y las canaletas no propagadoras de la llama.

Todos los interruptores automáticos de protección, tanto de llegada como de salida, se preverán de corte omnipolar, con relés magnetotérmicos tetrapolares regulados a la intensidad máxima admisible por el circuito que hayan de proteger, y tendrán un poder de corte mínimo a 400 V tal como se indica en esquemas y medición. En la elección de estos interruptores automáticos, se tendrán presentes criterios de selectividad frente a cortocircuitos, garantizados por el fabricante de la aparamenta con respecto a los interruptores automáticos de los escalones sucesivos de protección. Todos los interruptores de protección de salidas a cuadros secundarios dispondrán de D.D.R. (disparo por corriente residual) con regulación de tiempo e intensidad de disparo. Así mismo dispondrán de contactos de estado para el control general y de protecciones contra sobretensiones en escalón superior.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos.

Dispondrán de un 20% de reserva de espacio cable.

Formará cuadro independiente todo el sistema del Grupo Electrógeno, a partir de la conmutación, para conseguir cumplir la Normativa Municipal sobre los circuitos eléctricos de seguridad.

1.7.3.3.- CUADROS SECUNDARIOS (CS)

Los cuadros destinados a Red Normal y a Red Complementaria serán independientes y ubicados en sectores de incendios independientes del resto de las instalaciones.

En ellos se alojarán todos los dispositivos de protección contra sobrecalentamientos, cortocircuitos y corrientes de defecto de los circuitos de distribución para puntos de luz, tomas de corriente y demás demandas. Así como los contactos de estado de los diferenciales y la correspondiente protección contra sobretensiones en escalones secundarios.



En los cuadros secundarios para Ascensores de Seguridad, Extractores y Bombas Contra incendios se propone establecer la instalación de transformadores de separación de circuitos como medida de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, además de las protecciones de sobreintensidades, diferenciales y sobretensiones, tal y como recomienda el REBT 2002.

Las envolventes proyectadas para los CS serán para montaje empotrado o de superficie construidas con chapa electrocincada con tapas de protección de material plástico aislante y autoextinguible. Dispondrán de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad; la segunda, troquelada para paso de mandos manuales de interruptores, estará fijada por tornillos. El grado de protección de esta envolvente será acorde con el local donde se instalen.

En su interior se alojarán los interruptores generales manuales de corte en carga para llegadas (con poder de cierre acorde a la intensidad de cortocircuito), interruptores automáticos subgenerales de bloque con Dispositivos de Disparo por corriente Residual (DDR) con sensibilidad de 30 y 300 mA como protección contra contactos indirectos, y los interruptores automáticos magnetotérmicos de protección para los circuitos de salida destinados a la alimentación de puntos de luz, tomas de corriente, etc.

Los circuitos de distribución se protegerán individualmente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x10 A para el alumbrado y de 2x16 A para los de tomas de corrientes normales. Las superiores a 16 A se protegerán con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.

Todos estos interruptores automáticos tendrán un poder de corte acorde con la hoja de cálculo adjunta en el apartado 2.11 “Hoja de cálculo” del presente documento, y dispondrán de corte y protección para el conductor neutro.

Estarán cableados con conductor flexible no propagadores de incendio y llama y baja emisión de humos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se preverán con terminales a presión.

La elección de interruptores automáticos se realizará teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.



Las intensidades nominales de los interruptores automáticos serán tales, que en ningún caso superarán la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por él protegido.

Todas las salidas de los interruptores automáticos, quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimentan.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos.

Todos los cuadros dispondrán de espacio de reserva para un 20% más de salidas.

Cabe destacar que existen siete Cuadros Secundarios de Zonas Comunes para cada torre (CSZC-Px). Sin embargo, se dispone un Cuadro de Zonas Comunes por cada planta del edificio, desde la planta de terraza hasta la planta 20 (un total de 21 cuadros por torre). Esta distribución de cuadros viene detallado en el esquema de verticales que aparece dentro del documento de planos. El motivo de que aparezca un solo cuadro por cada tres plantas es debido a la necesidad de interpretar los cálculos en trifásica, ya que los Cuadros de Zonas Comunes son monofásicos, y su representación dentro de la tabla no es posible a no ser que actuemos como si se tratase de un único cuadro trifásico que abarca tres plantas. Además, se ha optado por ubicar los cuadros en la planta más restrictiva, que en este caso será la más alta de las tres a las que vaya a alimentar.

1.7.3.4.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN A CUADROS SECUNDARIOS (CS) Y TOMAS ELÉCTRICAS (TE)

Estarán destinadas a enlazar los interruptores automáticos de salida desde el CGBT correspondiente (Red o Red/Grupo) con los cuadros secundarios de zona (CS) y tomas eléctricas (TE).

Los cables previstos serán en cobre, y su instalación será en bandeja metálica perforada sin tapa y puesta a tierra hasta los Cuadros Secundarios (CS).

El cálculo de las secciones de los conductores se realizará para soportar sin sobrecalentamientos:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.



- La intensidad de cortocircuito calculada en el punto de partida del circuito.

Y además las caídas de tensión estarán por debajo de las máximas permitidas por el Reglamento.

Su realización será de conductor de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación RZ1-0,6/1 kV-K (AS).

Los circuitos para seguridad como: Ascensores de emergencia, Ventiladores de Extracción y Bombas de incendios serán resistentes al fuego, designación (AS+).

1.7.3.5.- DISTRIBUCIONES EN PLANTA

Comprenderá la realización, a partir de las bornas de salida de los CS en el caso de zonas comunes, de puntos de luz, tomas de corriente para usos varios, tomas de corriente para usos informáticos y distribuciones varias.

La realización de los circuitos será por lo general en tubo PVC flexible no propagadores de la llama reforzado para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos. Cuando la instalación deba ser vista, se realizará con tubo de acero o PVC rígido no propagador de la llama para curvar en caliente. Para la fijación del tubo de PVC flexible reforzado se utilizarán bridas de cremallera tipo UNEX o equivalente. Para el tubo de acero o PVC rígido se utilizará en todos los casos abrazadera metálica adecuada al diámetro del tubo.

Los conductores a utilizar serán de cobre aislamiento V-750, no propagadores del fuego ni llama y baja emisión de humos, designación ES07Z1-K (AS), exigido en la ITC - BT 15. Sus conexiones se realizarán en todos los casos con terminales de presión.

Características conductor ES07Z1-K (AS)

ESTÁNDARES

Nacional UNE 21022; UNE 21022

DESCRIPCIÓN



Figura 7: ES07Z1-K (AS)

Aplicaciones

Los cables trenzados de instalación de baja tensión ALSECURE® HAZ - ES07Z1-K (AS) están destinados principalmente a instalaciones eléctricas de seguridad en instalaciones domésticas, viviendas, oficinas, etc. facilitando el proceso de instalación. Se han diseñado especialmente para derivaciones individuales en instalaciones de enlace.

Estos cables incluyen el hilo de mando de 1,5 mm² de color rojo.

Por su baja emisión de humos y su baja toxicidad en caso de incendio, así como por la ausencia de halógenos en su composición los hacen ideales para lugares de alta concurrencia de personas o de difícil acceso o salida.

Instalación

Al aire libre, sobre soportes aislantes, bajo molduras, tubos, fundas, etc. en locales secos. Gracias a las propiedades deslizantes de su aislamiento, los hilos ALSECURE® HAZ - ES07Z1-K (AS) están concebidos para facilitar su instalación y tendido.

CARACTERÍSTICAS

Características de construcción

Flexibilidad del conductor	Flexible, Clase 5
Libre de halógenos	UNE-EN 50267-2-1
Aislamiento	Compuesto termoplástico libre de halógenos
Material del conductor	Cobre electrolítico

Características eléctricas

Tensión nominal de servicio U _o /U	450 / 750 V
---	-------------

Características mecánicas

Flexibilidad del cable	Flexible
------------------------	----------

Características de uso

Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	160°C
Temperatura máxima del conductor	70°C

Densidad de los humos	UNE-EN 50268
No propagador del incendio	UNE-EN 50266
No propagación de la llama	UNE-EN 50265-2-1
Toxicidad de los gases	UNE-EN 50267-2-1

Tabla 2: Características cable ES07Z1-K (AS)

El tamaño de cajas de registro será adecuado al número y diámetro de los tubos a alojar, debiéndose utilizar cajas Manile o serie Plexo de Legrand en canalizaciones vistas.

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A en interruptores y de 16 A para tomas de corriente.

Las tomas eléctricas no previstas con mecanismo, se dejarán en una caja de registro provista de bornas de conexión.

Los colores de los conductores corresponderán con el código establecido en el REBT.

Para el alumbrado especial destinado a emergencia y señalización se utilizarán circuitos de distribución independientes del alumbrado normal (en canalizaciones también independientes), alimentados directamente desde los cuadros de protección en zonas de plantas. Se dispondrán conductores para los telemandos de los aparatos autónomos. Los conductores de protección tendrán secciones según Normativa y acompañarán a los activos dentro de la misma canalización, en el tramo de derivación individual que alimenta la toma eléctrica o punto de luz. La sección mínima del conductor de protección cuando va en canalización propia será de 6 mm². Con esta forma de instalación se consigue un nivel muy bajo de corriente de fuga a tierra permanente, evitando que en periodos transitorios en la explotación de la instalación, en donde se agregan fugas debidas a las máquinas y aparatos conectados a la red, puedan producirse saltos intempestivos de interruptores diferenciales.

Las instalaciones para maquinaria de Aire Acondicionado tiene su origen en los cuadros secundarios y deben ser realizados con tubos de acero o PVC rígido no propagador de la llama y conductores no propagadores de incendio ni de llama y baja emisión de humos (AS) de 750 o 1000 Voltios, cajas metálicas o de PVC con boquillas o prensaestopas.



Las conexiones a motores se realizarán empleando tubos flexibles de acero con prensaestopas tanto en el origen como en el final.

Las acometidas a Extractores se realizarán con conductores resistentes al fuego (AS+) disponiendo, en sus respectivos cuadros, de dispositivos de control que permitan activar su funcionamiento normal o automático para el caso de evacuación de humos de incendio.

1.7.3.6.- ALUMBRADO DE INTERIORES

Se tendrá en cuenta por lo especificado en la sección HE 3 del Código Técnico de la Edificación que todas las zonas dispondrán al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

Se realizará generalmente mediante lámparas fluorescentes compactas de 18, 26 y 36 W, y 14 W fluorescentes lineales con luminarias del tipo pantalla para garajes y cuartos técnicos, pantalla de empotrar en techo modular para oficinas y downlights empotrados en vestíbulos y zonas de paso.

La construcción de las luminarias será preferentemente en chapa de aluminio. Todas ellas llevarán una conexión a la red de tierra de protección, siendo todos los equipos de encendido en Alto Factor con reactancia.

Según indica el Código Técnico de la Edificación en su sección SU-4 (Seguridad frente al riesgo causado por iluminación adecuada), en cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado, capaz de proporcionar como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla siguiente medido a nivel de suelo:

Zona		Iluminancia mínima	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10 lux
		Resto de zonas	5 lux
	Para vehículos o mixtas		10 lux
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75 lux
		Resto de zonas	50 lux
	Para vehículos o mixtas		50 lux

Tabla 3: Niveles mínimos de iluminación

El nivel de uniformidad media será del 40% como mínimo.



Los niveles medios de iluminación considerados para las diversas dependencias serán a modo de ejemplo y que cumplen con lo establecido en el C.T.E. son:

- Pasillos	150 lux
- Vestíbulos	250 lux
- Despachos	450 lux
- Vestuarios	150 lux
- Almacenes	150 lux
- Aulas y Sala Reuniones	300 lux
- Salas de Instalaciones	150 lux
- Oficinas Administrativas	400 lux
- Garajes	50 lux

Las lámparas fluorescentes compactas dispondrán de 1.200 lúmenes para la de 18 W, 1.800 lúmenes para la de 26 W y 2.900 lúmenes para la de 36 W. Para la lámpara fluorescente lineal de 18 W el flujo será de 1.000 lúmenes. El tono será para todas las lámparas del mismo tipo, blanco cálido.

En locales clasificados como húmedos (Vestuarios, etc.) así como Salas de Climatizadores, Centro de Transformación, Mantenimiento y Grupo Electrógeno, las luminarias serán herméticas, construidas en polyester con fibra de vidrio autoextinguible y difusor en metacrilato transparente, grado de protección mínimo de IP44.

Alumbrado de emergencia.

Por ser un edificio considerado de pública concurrencia y con una capacidad de ocupación mayor de 100 personas, según se especifica en la sección SU 4 del Código Técnico de la Edificación (Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada), el edificio dispondrá de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

a) se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;



b) se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- i) en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
- ii) en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
- iii) en cualquier otro cambio de nivel;
- iv) en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

El alumbrado de evacuación y antipánico será mediante aparatos autónomos de entrada automática por fallo en la alimentación de 220 V, y deberá poder funcionar, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Las luminarias serán con lámpara fluorescente, cumpliendo con la normativa de PCI de la comunidad de Madrid, el REBT (ITC-BT-28), el Código Técnico de la Edificación y demás Reglamentaciones y Normativas vigentes que sean de aplicación.



Se opta por disponer de un control de funcionamiento de las luminarias de emergencia mediante central u ordenador que permite un control centralizado. Mediante este sistema se consigue una visión instantánea del estado de la instalación, centralización de todas las informaciones en un solo punto (central), informes periódicos del funcionamiento de la instalación y un mayor número de test de la instalación. Este sistema facilita y abarata el futuro mantenimiento de la instalación.

Alumbrado de garajes

Se ha optado por una iluminación en garajes que deberá garantizar un mínimo de 50 lux según el código técnico de la edificación.

En la zona de aparcamientos (S3, S4, S5 y S6), zona de entrada en rampa y en los diferentes cuartos técnicos de las plantas sótanos se instalan luminarias estancas de adosar o suspender, según corresponda, con lámparas fluorescentes de 2 x36 W.

El control de esta iluminación se hará a partir de un interruptor horario programable que controlará el alumbrado de los 4 garajes del edificio, por otro lado se instalarán detectores de movimiento en los garajes para encender el alumbrado cuando este interruptor horario este fuera de servicio.

Las tomas de corriente en los aparcamientos deberán situarse a una altura de al menos 0,60 m.

1.7.4.- RED DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la seguridad de la instalación y funcionamiento de las protecciones contra contactos indirectos se establecen los sistemas de puesta a tierra ya existentes, completándose con la red de puesta a tierra de protección de baja tensión de aquellos elementos que formen parte de la nueva instalación eléctrica.

Siempre cumpliendo los distintos ITC-BT del Reglamento de BT que le sean de aplicación y las normas UNE correspondientes.

Debido a que se trata de aprovechar, dentro de un orden, la instalación existente, se deberá medir la resistencia de puesta a tierra de los distintos electrodos existentes para determinar su validez.



Para la red de puesta a tierra de protección de baja tensión, se enlazarán entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de BT, normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras de los CGBT Red y Red/Grupo) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

1.7.5.- PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO

La decisión de dotar el presente proyecto de un sistema de protección contra el rayo, así como la selección del nivel de protección adecuado se define en la sección SU 8 del Código Técnico de la Edificación, referente a la seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

Según se especifica en el apartado 1 correspondiente al “Procedimiento de Verificación” del C.T.E., y teniendo en cuenta que en el actual proyecto se dispone de un edificio con una altura superior a 43 m, debe disponerse de un sistema de protección contra el rayo de eficiencia “E” superior o igual a 0,98.

No es necesario realizar el cálculo de la frecuencia esperada de impactos N_e , ni del riesgo admisible N_a ya que por indicación directa del C.T.E. tomamos como valor de eficiencia: $E \geq 0,98$.

Según la tabla 2.1 del C.T.E. que se dispone a continuación, se adopta un nivel de protección 1.

<i>Eficiencia requerida</i>	<i>Nivel de protección</i>
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$	4

Tabla 4: Componentes de la instalación

La instalación de protección frente al rayo se realiza mediante puntas Franklin. Las puntas y conductores se utilizan como sistema de captación y conducción del rayo a tierra. Los materiales y dimensiones de los componentes del sistema de protección contra el rayo deben cumplir plenamente con las normativas vigentes para este tipo de instalaciones.



La instalación dispone de al menos un conductor de bajada formado por cable trenzado de cobre de 50 mm² de sección, que transcurre por el exterior de la estructura (siempre que no se encuentre una alternativa válida no peligrosa por el interior del mismo).

La toma de tierra unida al conductor de bajada estará ubicada en el exterior de la estructura (en el caso de que la bajada transcurra por el exterior), disponiendo de arqueta de registro y puente de comprobación, y manteniendo la distancia de seguridad con respecto a las demás instalaciones visibles.

En el caso de existencia de antenas de televisión en el mismo tejado, estas deben de estar unidas al sistema de protección contra el rayo, ya que aumentan los riesgos de impacto de rayo.

El diseño de la instalación se hará de manera que el edificio quede dentro del volumen protegido determinado por el método del ángulo de protección. Este volumen de protección está formado por la superficie de referencia y la superficie generada por una línea que, pasando por el extremo del dispositivo captador, gire formando un ángulo α con él. Los valores de los ángulos de protección α vienen dados en la tabla 5, extraída de la sección SU 8 del C.T.E. en función de la diferencia de altura entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado h, para cada nivel de protección.

<i>Nivel de protección</i>	Diferencia de altura h entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado			
	20m	30m	45m	60m
1	25°	*	*	*
2	35°	25°	*	*
3	45°	35°	25°	*
4	55°	45°	35°	25°

* En estos casos se emplean los métodos de esfera rodante y/o malla.

Tabla 5: Ángulo de protección α

1.7.6.- BATERÍA DE CONDENSADORES

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte de la Instalación del Conjunto del Edificio formado por maquinaria de aire acondicionado, bombas, ascensores y otros receptores, se instalará una batería de condensadores con regulación automática en el embarrado del CGBT de servicio normal.



Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro.

Los condensadores deberán estar adecuadamente protegidos, cuando se vayan a utilizar con sobreintensidades superiores a 1,3 veces la intensidad correspondiente a la tensión asignada a frecuencia de red, excluidos los transitorios.

Los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

Es recomendable la instalación de un filtro para armónicos a la entrada de la batería de condensadores.

Se ha previsto una batería de 600 kVAr.

Antes de su conexión, el instalador deberá realizar un estudio de la red para poder dimensionar las protecciones oportunas.

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
800	30.79
800	30.79

siendo la intensidad total primaria de 61.58 Amperios.

2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.



Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Is (A)
800	1138.29
800	1138.29

2.3. CORTOCIRCUITOS.

2.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 400 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):



$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

S_{cc} = 400 MVA.

U = 15 kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

I_{ccp} = 15.4 kA.

2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
800	6	19.25
800	6	19.25

Siendo:

- U_{cc}: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

- I_{ccs}: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.



2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertas de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal	400 A.
- Límite térmico 1 seg.	16 kA ef.
- Límite electrodinámico	40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

Para la intensidad nominal de 400 A el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de Ø24 mm. y con un espesor de 3 mm., lo que equivale a una sección de 198 mm².

La densidad de corriente es:

$$d = \frac{400}{198} = 2,02 \text{ A/mm}^2$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm. y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3,42 y 2,99 A/mm² respectivamente. Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3,29 A/mm² para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado (2,02 A/mm²). Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.



2.4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica.

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{cc}^2}{d} \cdot L \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Nw.

f = coeficiente en función de $\cos \varphi$, siendo $f=1$ para $\cos \varphi =0$.

I_{cc} = intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces.

d = separación entre fases = 0,2 metros.

L = longitud tramos embarrado = 375 mm.

y sustituyendo, F = 399 Nw.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,108 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

$$M_{\text{máx}} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 1.272 \text{ kg.mm}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior D=24 mm. y un diámetro interior d=18 mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left(\frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$



La fatiga máxima es:

$$r_{\text{máx}} = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{1.272}{927} = 1,37 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r_{\sigma/2} = 19 \text{ kg/mm}^2. \gg r_{\text{máx.}}$$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2,8 m.Kg., superior al par máximo ($M_{\text{máx}}$).

2.4.3 Cálculo por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 60298 por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} * \sqrt{\frac{t}{\delta\Theta}}$$

Siendo:

S = sección de cobre en $\text{mm}^2 = 198 \text{ mm}^2$.

α = 13 para el cobre.

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

I = Intensidad eficaz en Amperios.

$\delta\Theta = 180^\circ$ para conductores inicialmente a t^a ambiente.

Si reducimos este valor en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para $I = 16 \text{ kA}$:

$$\delta\Theta = 150^\circ.$$

$$t = \delta\Theta * \left(\frac{S * \alpha}{I} \right)^2$$

y sustituyendo:



$$t = 150 * \left(\frac{198 * 13}{16.000} \right)^2 = 3,88 \text{ s.}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

2.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

* ALTA TENSIÓN.

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

* BAJA TENSIÓN.

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados 2.2 y 2.3.4. respectivamente.

2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Al no ser posible un sistema de ventilación natural, se adoptará un sistema de ventilación forzada. Para el cálculo del caudal de aire necesario se aplicará la siguiente expresión:

$$\text{Caudal (m}^3\text{/h)} = \text{Pérdidas (kW)} \times 216.$$

De esta manera, tenemos que:

Potencia del transformador (kVA)	Potencia de pérdidas (kW)	Caudal (m ³ /h)
800	11.37	2455.92
800	11.37	2455.92

siendo el caudal total necesario de 4911.84 m³/h.



2.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 150 Ω .m.

2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Dado que se prevé que la tensión de servicio pase en un futuro a 20 kV y que, cuando se produzca esta circunstancia se conservarán los valores característicos actuales del regimen de neutro, la instalación de tierras se dimensionará para la situación más desfavorable, que va a ser la de 20 kV. Por tanto, los cálculos que siguen van referidos a una tensión de 20 kV. Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (UEFSA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1/2 segundos, existiendo un reenganche rápido a 300 ms. Por ello el tiempo a considerar en el cálculo de tierras será de 1 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1.$$

Por otra parte, el neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por UEFSA, la longitud de las líneas aéreas es de 0 km. y la longitud de las líneas subterráneas es de 1 km.

Las expresiones a emplear para calcular la intensidad de defecto son:



$$I_d = \frac{20.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \sqrt{R_t^2 + X_c^2}}$$

donde,

R_t : resistencia del sistema de puesta a tierra.

$X_c = 1 / (3 * w * C)$.

$C = L_a * C_a + L_s * C_s$ (=capacidad de la red).

$w = 2 * 3,14 * 50$ (=pulsación de la red).

L_a = longitud de las líneas aéreas en Km.

L_s = Longitud de las líneas subterráneas en Km.

$C_a = 0,005E-6$ faradios/Km (=capacidad homopolar de las líneas aéreas de M.T.).

$C_s = 0,25E-6$ faradios/Km (=capacidad homopolar de las líneas subterráneas de M.T.).

Según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica:

- $L_a = 0$ Km.
- $L_s = 1$ Km.

Por lo que:

- $C = 0.25 \text{ E-6}$ faradios.
- $X_c = 4246.28$.

2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

Para el diseño preliminar se estudiarán por separado la tierra de protección y la de servicio. Al presentar esta instalación las condiciones especificadas en el apartado 6.3. del MIE-RAT 13 y las del método UNESA ($U_d \leq 1000V$), las puestas a tierra de protección y de servicio de la instalación se interconectarán y constituirán una instalación de tierra general.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los



aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0252 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:



$$K_r = 0.135 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0252 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

*** TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \sigma.$$

- Intensidad de defecto, I_d :



$$I_d = \frac{20.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.135 \Omega./(\Omega.m).$$

$$X_c = 4246.28 \Omega.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 20.3 \Omega.$$

$$I_d = 2.72 \text{ A.}$$

$$U_d = 55.1 \text{ V.}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.135 * 150 = 20.3 \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37Ω .

2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.



Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.0252 \cdot 150 \cdot 2.72 = 10.3 \text{ V.}$$

2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 20.3 \cdot 2.72 = 55.1 \text{ V.}$$



2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 78.5$.

$n = 0.18$.

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 78.5$.

$n = 0.18$.

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 $\Omega.m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 1491.5 \text{ V}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 8203.3 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los



máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 10.3 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 1491.5 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 55.1 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 8203.3 \text{ V.}$$

2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$I_d = 2.72 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 0.06 \text{ m.}$$

2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



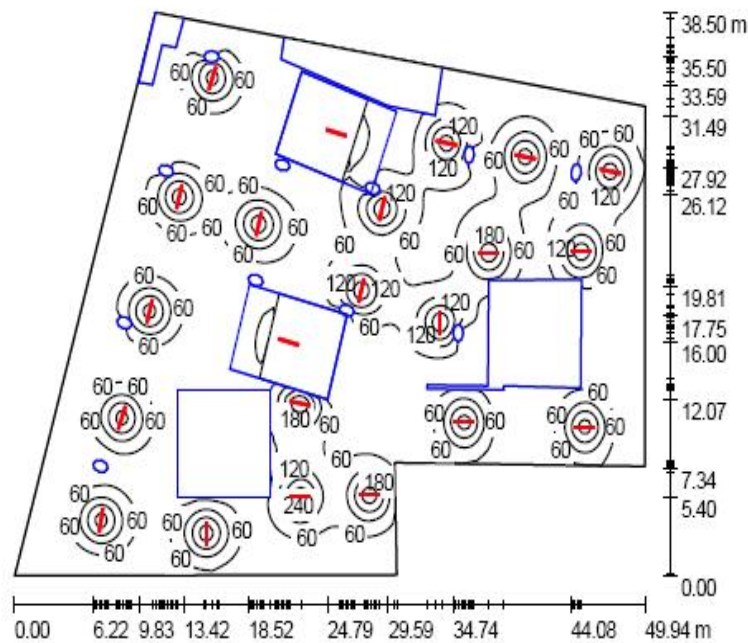
2.9. Cálculos lumínicos en garajes.

Como cumplimiento del nuevo código técnico de la edificación CTE HE-3 se añaden las curvas calculadas para los garajes (sótanos, S3, S4, S5 y S6).

El valor máximo de eficiencia energética en los aparcamientos VEEI es de 5 y la iluminancia media no deberá de ser menor de 50 lux en todo el recinto.



Sotanos / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:495

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	67	3.65	289	0.05
Suelo	20	52	0.15	162	0.00
Techo	70	16	0.52	210	0.03
Paredes (6)	50	31	0.46	102	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	22	GrupoIndal 68490EL T5 2X35W	6600	78.0
Total:			145200	1716.0

Valor de eficiencia energética: 1.20 W/m² = 1.78 W/m²/100 lx (Base: 1432.56 m²)

Figura 8: Cálculos lumínicos en garajes

Por otro lado, acorde también al código técnico de la edificación, Sección SU-4, se adjunta un estudio de iluminación de luces de emergencia cumpliendo los objetivos citados por dicha sección.



Figura 9: Estudio de iluminación de luces de emergencia



2.10.- JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO

El método de cálculo utilizado corresponde a una acometida para el abonado en Alta Tensión, corriente alterna 50 Hz, con una potencia de cortocircuito previsible de 400 MVA a la tensión de 15 kV.

En estas condiciones de suministro, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su ITC-BT-19 (“prescripciones generales”), establece que para instalaciones que se alimenten directamente mediante un transformador de distribución propio, las caídas de tensión máxima admisibles a plena carga deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas a partir de las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas de tensión hasta los Cuadros Secundarios, han sido calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para el transformador de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases U_2 .

En el formulario adjunto utilizado se representa por:

Z_{f2} = Impedancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

R_{f2} = Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

X_{f2} = Reactancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

P_{cc1} = Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T., dada en MVA.

U_1 = Tensión compuesta de la acometida de A.T., dada en kV.

U_2 = Tensión compuesta del secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.

P_t = Potencia nominal del transformador, dada en kVA.

V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.

W_c = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios.

L = Longitud del circuito, dada en metros.

N = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.

S = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en milímetros cuadrados (mm^2).



r_e = Resistencia específica del conductor a la temperatura de 60° C, dada en ohmios/ kilómetro (Ω/km).

x_e = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro (Ω/km).

e_{R2} = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

e_{X2} = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

e_{Z2} = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

$\cos\phi$ = Factor de potencia de la carga.

$e_2\%$ = Caída de tensión por fase en %.

V_2 = Tensión simple de fase en secundario (B.T.) de transformadores en vacío, dada en Voltios.

V_c = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.

V_{co} = Tensión simple de fase en las bornas de B.T. de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.

I_{cc2} = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).

I = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según REBT, dada en Amperios.

I_2 = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.

I_{c2} = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.

t = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la I_{cc2} calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

2.11.- HOJA DE CÁLCULO

Mediante la aplicación de las fórmulas a los circuitos y elementos de la instalación diseñada (reflejada en esquemas del proyecto), se obtienen los diferentes valores que en las columnas de las Hojas de Cálculo siguientes se indican.

FORMULARIO UTILIZADO		
1) LINEA ACOMETIDA ALTA TENSION	2) TRANSFORMADOR POTENCIA (Pt)	3) LINEA DE BAJA TENSION CABLE
$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3}$ $R_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \cos \Psi$ $X_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \sin \Psi$ <p>Valores $\cos \Psi = 0.15$ $\sin \Psi = 0.99$ U_2 = Tensión compuesta secundario en vacío.</p>	$Z_{f2} = \frac{V_{cc} \times U_2^2}{100 \times P_t}$ $R_{f2} = \frac{W_c \times U_2^2}{P_t^2} \times 10^{-3}$ $X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$ <p>P_t = Potencia del transformador. W_c = Perdidas totales en el cobre del transformador. V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador.</p>	$R_{f2} = r_e \times \frac{L}{N}$ $X_{f2} = X_e \times \frac{L}{N}$ $Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}$ $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times Z_{f2}}$ <p>$X_e = 0.08$ para cables TETRAPOLARES $X_e = 0.1$ para cables unipolares agrupados con neutro al centro $X_e = 0.15$ para cables unipolares peor agrupados</p>
CAIDAS DE TENS. A PLENA CARGA	INTENSIDADES DE C.C. Y TIEMPOS MAX. DE APERT. DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DE PROTECCION	CÁLCULO DE LINEAS TENIENDO PRESENTE:
$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} R_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{X2} = \sum I_{c2} X_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$ $V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cos \phi + \sum e_{X2} \sin \phi)$ $e_2 \% = 100 \left(1 - \frac{V_c}{V_{co}}\right)$ <p>V_c = Tensión simple en la carga V_2 = Tensión simple en vacío</p> $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$ <p>V_{co} = Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores</p>	<p>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO:</p> $I_{CC2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times \sum Z_{f2}}$ <p>..... MAXIMA SOLICITUD TERMICA ADMISIBLE POR EL CABLE: - Cable en aluminio = $13.456 \times S^2$ - Cable en cobre = $30.976 \times S^2$ </p> <p>TIEMPO MAXIMO DE CORTE DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO POR ACCION DE LA I_{cc2}:</p> $t = \frac{176^2 \times S^2}{I_{CC2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Cobre}$ $t = \frac{116^2 \times S^2}{I_{CC2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Aluminio}$	<ul style="list-style-type: none"> Intensidades del cortocircuito. Solicitud térmica admisible por el cable. Intensidades admisibles de los cables. Caídas de tensión a plena carga. <p>PROYECTO:</p> <p>Edificio Torres de Colón</p>



Tabla 6: Cuadro General de Baja Tensión del centro de transformación de abonado alimentado por 2x800 kVA.

SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCIA (VA)	I (A)	Long. (m)	Mat.	I Max Adm. Línea	Protec	$\Delta U\%$ Acum.	Composición de la Línea (mm ²)	Icc (kA)	T.max. (s)	S (mm ²) Tierra
1 TRAF0	C.G.B.T.	R	800.000	1.155	50	CU	1.299	1.250	1,01	4x(3x(1x185))+4x((1x185))+TT			
C.G.B.T.									1,01		32,08		
C.G.B.T.	CS-SM	R	1.013.250	1.463	50	CU	1.546	1.600	1,89	4x(3x(1x240))+4x((1x240))+TT	25,75	43,05	185
C.G.B.T.	CS-EXT 1	G	45.165	65	60	CU	81	100	2,42	4x25+TT	4,33	1,03	16
C.G.B.T.	CS-EXT 2	G	40.000	52	30	CU	61	63	2,57	4x10+TT	3,54	0,25	10
C.G.B.T.	CS-BCT2	R	193.212	277	120	CU	325	400	3,02	3x(1x185))+1x(185)+TT	8,75	13,84	95
C.G.B.T.	CS-BCT1	R	83.730	121	120	CU	190	125	2,74	3x(1x95))+1x(95)+TT	6,51	6,60	50
C.G.B.T.	TE-DH1	R	3.000	4	60	CU	34	6	1,56	4x6+TT	1,10	0,93	6
C.G.B.T.	TE-DH2	R	3.000	4	60	CU	34	6	1,56	4x6+TT	1,10	0,93	6
C.G.B.T.	CS-BF	R	3.000	4	70	CU	34	6	1,66	4x6+TT	0,94	1,26	6
C.G.B.T.	CFE-1N	R	52.000	75	120	CU	123	100	3,33	4x50+TT	4,23	4,33	35
C.G.B.T.	CFE-2N	R	52.000	75	120	CU	123	100	3,33	4x50+TT	4,23	4,33	35
C.G.B.T.	CFE-3N	R	10.000	14	40	CU	48	25	1,75	4x10+TT	2,69	0,43	10
C.G.B.T.	Esca. Mec.	R	20.000	29	50	CU	48	32	2,87	4x10+TT	2,16	0,66	10
C.G.B.T.	Taller Mec.	R	15.000	22	30	CU	48	25	1,84	4x10+TT	3,54	0,25	10
C.G.B.T.	CZC1-P1	R	70.000	61	20	CU	93	63	1,55	4x25+TT	11,22	0,15	16
C.G.B.T.	CZC2-P1	R	70.000	61	40	CU	93	63	2,10	4x25+TT	6,27	0,49	16
C.G.B.T.	CF Calle	R	5.540	8	50	CU	34	16	1,86	4x6+TT	1,31	0,65	6
C.G.B.T.	Trat. A Potable	R	10.000	14	60	CU	34	16	2,87	4x6+TT	1,10	0,93	6
C.G.B.T.	CS-S1.Cuartos	R	18.741	27	40	CU	64	32	1,88	4x16+TT	4,19	0,45	16
C.G.B.T.	Al Cornisa Ext	R	11.000	16	75	CU	48	16	2,54	4x10+TT	1,45	1,47	10
C.G.B.T.	CSSCC-N(VES)	R	49.000	71	40	CU	123	100	1,73	4x50+TT	10,85	0,66	35
C.G.B.T.	CASM	R	42.000	61	50	CU	81	63	2,57	4x25+TT	5,12	0,74	25
C.G.B.T.	CAT-1	R	20.000	29	40	CU	51	32	2,39	4x10+TT	2,69	0,43	10
C.G.B.T.	CFE-1G	G	26.000	38	120	CU	101	40	2,66	4x35+TT	3,07	4,04	25
C.G.B.T.	CFE-2G	G	26.000	38	120	CU	101	40	2,66	4x35+TT	3,07	4,04	25
C.G.B.T.	CFE-3G	G	14.700	21	60	CU	48	25	2,65	4x10+TT	1,81	0,95	10
C.G.B.T.	CSSCC-G(VES)	G	70.600	102	50	CU	123	125	2,32	4x50+TT	9,10	0,93	35
C.G.B.T.	Bombas AS	R	60.000	87	50	CU	101	100	2,60	4x35+TT	6,86	0,81	16

“Rehabilitación de edificio en altura”

Universidad Carlos III
de Madrid



C.G.B.T.	Bat. Cond.	R	600.000	1.559	10	CU	1.624	1.600	1,22	5x(3x(1x185))+5x((1x185))+TT	30,82	27,91	95
C.G.B.T.	BPI-1	G	90.000	234	65	CU	278	250	2,43	3x(1x120))+1x(120)+TT	11,63	3,30	70
C.G.B.T.	BPI-2	G	90.000	234	65	CU	278	250	2,43	3x(1x120))+1x(120)+TT	11,63	3,30	70
C.G.B.T.	BPI-J	G	5.000	13	65	CU	54	16	1,96	4x10+TT	1,67	1,11	10

GE	C.G.B.T.		500.000	722	100	CU	808	800		2x(3x(1x150))+2x((1x95))+TT	2,17		50
----	----------	--	---------	-----	-----	----	-----	-----	--	-----------------------------	------	--	----

CS-SM	ENF-1	R	308.000	578	25	CU	646	630	2,43	2x(3x(1x150))+2x((1x150))+TT	20,92	6,37	95
CS-SM	ENF-2	R	308.000	578	25	CU	646	630	2,43	2x(3x(1x150))+2x((1x150))+TT	20,92	6,37	95
CS-SM	B3-1	R	40.000	58	30	CU	73	63	2,80	4x16+TT	5,30	0,28	16
CS-SM	B4-1	R	40.000	58	30	CU	73	63	2,80	4x16+TT	5,30	0,28	16
CS-SM	B5-1	R	40.000	58	30	CU	73	63	2,80	4x16+TT	5,30	0,28	16
CS-SM	B6-1	R	7.333	11	30	CU	39	16	2,34	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B7-1	R	7.333	11	30	CU	39	16	2,34	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B8-1	R	7.333	11	30	CU	39	16	2,34	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B15-1	R	5.538	8	30	CU	39	10	2,18	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B16-2	R	5.538	8	30	CU	39	10	2,18	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B12-1	R	5.000	7	30	CU	39	10	2,30	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B9-1	R	41.667	60	30	CU	73	63	2,80	4x16+TT	5,30	0,28	16
CS-SM	B10-1	R	41.667	60	30	CU	73	63	2,80	4x16+TT	5,30	0,28	16
CS-SM	B1 Climat	R	25.000	36	30	CU	54	40	2,79	4x10+TT	3,47	0,26	10
CS-SM	B2 Climat	R	25.000	36	30	CU	54	40	2,79	4x10+TT	3,47	0,26	10
CS-SM	B1-2	R	3.385	5	30	CU	39	6	2,07	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B2-2	R	3.385	5	30	CU	39	6	2,07	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	Q1-2	R	4.000	6	30	CU	39	6	2,21	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	Q2-2	R	4.000	6	30	CU	39	6	2,21	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B3-2	R	21.429	31	30	CU	54	32	2,62	4x10+TT	3,47	0,26	10
CS-SM	B4-2	R	21.429	31	30	CU	54	32	2,62	4x10+TT	3,47	0,26	10
CS-SM	B7-2	R	4.730	7	30	CU	39	10	2,17	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B8-2	R	4.730	7	30	CU	39	10	2,17	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B3 1ªCalor	R	3.143	5	30	CU	39	6	2,07	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	C3-4	R	15.529	22	30	CU	54	25	2,53	4x10+TT	3,47	0,26	10
CS-SM	CAS S3	R	3.000	4	30	CU	39	6	2,13	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	CAS S5	R	3.000	4	30	CU	39	6	2,13	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	V2-3	R	7.971	12	30	CU	39	16	2,34	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B1-4	R	3.056	4	30	CU	39	6	2,07	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-SM	B2-4	R	3.056	4	30	CU	39	6	2,07	4x6+TT	2,14	0,24	6
CS-BCT2	V1-1 A	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V1-1 B	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V2-1 A	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6



CS-BCT2	V2-1 B	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V3-2 A	R	7.333	11	20	CU	39	16	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V3-2 B	R	7.333	11	20	CU	39	16	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V4-2 A	R	7.333	11	20	CU	39	16	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V4-2 B	R	7.333	11	20	CU	39	16	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V5-3 A	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V5-3 B	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V6-3 A	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V6-3 B	R	5.500	8	20	CU	39	10	3,32	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V5-1	R	2.200	3	20	CU	39	4	3,14	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	B13-1	R	14.667	21	20	CU	39	25	3,62	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	B14-1	R	14.667	21	20	CU	39	25	3,62	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	B3 Circ. Cond.	R	4.615	7	20	CU	39	10	3,18	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	V4-4	R	5.000	7	20	CU	39	10	3,18	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	C2-4	R	29.730	43	20	CU	73	50	3,47	4x16+TT	4,86	0,34	16
CS-BCT2	CEC-2	R	2.000	3	20	CU	39	3	3,13	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT2	Humectadora II	R	45.000	65	20	CU	115	100	3,44	4x35+TT	6,45	0,91	16
CS-BCT2	Góndola A	R	2.000	3	20	CU	39	3	3,13	4x6+TT	2,62	0,16	6
CS-BCT1	V3-4	R	5.000	7	20	CU	39	10	2,90	4x6+TT	2,30	0,21	6
CS-BCT1	C1-4	R	29.730	43	20	CU	73	50	3,19	4x16+TT	3,91	0,52	16
CS-BCT1	CEC-3	R	2.000	3	20	CU	39	3	2,85	4x6+TT	2,30	0,21	6
CS-BCT1	Humectadora I	R	45.000	65	20	CU	115	100	3,16	4x35+TT	4,98	1,53	16
CS-BCT1	Góndola B	R	2.000	3	20	CU	39	3	2,85	4x6+TT	2,30	0,21	6
CS-EXT 1	V1-3	G	21.429	31	40	CU	54	32	3,39	4x10+TT	1,70	1,08	10
CS-EXT 1	V1-4	G	21.429	31	40	CU	54	32	3,39	4x10+TT	1,70	1,08	10
CS-EXT 1	V2-4	G	2.308	3	40	CU	39	4	2,58	4x6+TT	1,21	0,77	6
CSSCC-G	CAAS3	G	12.800	18	30	CU	68	25	2,74	4x16+TT	3,64	0,60	16
CSSCC-G	CAAS4	G	12.800	18	40	CU	68	25	2,87	4x16+TT	3,03	0,87	16
CSSCC-G	CAAS5	G	12.800	18	50	CU	68	25	3,01	4x16+TT	2,59	1,18	16
CSSCC-G	CAAS6	G	12.800	18	60	CU	68	25	3,15	4x16+TT	2,26	1,55	16
CSSCC-G	CS-POR	G	11.000	16	40	CU	51	16	3,08	4x10+TT	2,15	0,67	10
CASM	CS-CABINA A	G	10.000	10	40	CU	61	32	2,97	4x10+TT	1,81	0,95	10
CASM	CS-CABINA B	G	10.000	10	40	CU	61	32	2,97	4x10+TT	1,81	0,95	10
CZC1-P1	CZC1-P4	R	60.000	52	15	CU	82	63	2,04	4x16+TT	5,85	0,23	16
CZC1-P4	CZC1-P7	R	50.000	43	15	CU	82	50	2,45	4x16+TT	3,93	0,51	16
CZC1-P7	CZC1-P10	R	40.000	35	15	CU	82	40	2,77	4x16+TT	2,95	0,91	16
CZC1-P10	CZC1-P13	R	30.000	26	15	CU	82	32	3,02	4x16+TT	2,36	1,42	16
CZC1-P13	CZC1-P16	R	20.000	17	15	CU	61	20	3,28	4x10+TT	1,79	0,97	10
CZC1-P16	CZC1-P19	R	10.000	9	15	CU	61	10	3,41	4x10+TT	1,44	1,49	10
CZC2-P1	CZC2-P4	R	60.000	52	15	CU	82	63	2,59	4x16+TT	4,12	0,47	16



CZG2-P5	CZG2-P7	R	50.000	43	15	CU	82	50	2,99	4x16+TT	3,06	0,85	16
CZC2-P8	CZC2-P10	R	40.000	35	15	CU	82	40	3,32	4x16+TT	2,43	1,34	16
CZC2-P10	CZC2-P13	R	30.000	26	15	CU	82	32	3,56	4x16+TT	2,02	1,95	16
CZC2-P13	CZC2-P16	R	20.000	17	15	CU	61	20	3,82	4x10+TT	1,59	1,23	10
CZC2-P16	CZC2-P19	R	10.000	9	15	CU	61	10	3,95	4x10+TT	1,31	1,82	10

Tabla 7: Líneas de alimentación a Cuadros Secundarios de Oficinas desde BTV del centro de transformación de compañía alimentado por 2x800 kVA.

SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCIA (VA)	I (A)	Long. (m)	Mat.	I Max Adm. Línea	Protec	$\Delta U\%$ Acum.	Composición de la Línea (mm ²)	Icc (kA)	T.max. (s)	S (mm ²) Tierra
1 TRAF0	BTV	R	800.000	1.155	10	CU	1.546	1.250	0,16	4x(3x(1x240))+4x((1x240))+TT			
BTV									0,16		35,62		
BTV	CC-T1	R	600.000	866	20	CU	1.131	1.000	0,53	4x(3x(1x150))+4x((1x150))+TT	31,92	10,95	185
BTV	CC-T2	R	600.000	866	40	CU	1.131	1.000	0,90	4x(3x(1x150))+4x((1x150))+TT	28,79	13,46	185
CC-T1	P1	R	40.000	58	35	CU	73	63	1,95	4x16+TT	4,75	0,35	16
CC-T1	P2	R	40.000	58	40	CU	73	63	2,15	4x16+TT	4,19	0,45	16
CC-T1	P3	R	40.000	58	45	CU	73	63	2,36	4x16+TT	3,75	0,56	16
CC-T1	P4	R	40.000	58	50	CU	73	63	2,56	4x16+TT	3,39	0,69	16
CC-T1	P5	R	40.000	58	55	CU	93	63	1,96	4x25+TT	4,69	0,88	16
CC-T1	P6	R	40.000	58	60	CU	93	63	2,09	4x25+TT	4,33	1,03	16
CC-T1	P7	R	40.000	58	65	CU	93	63	2,22	4x25+TT	4,02	1,20	16
CC-T1	P8	R	40.000	58	70	CU	93	63	2,35	4x25+TT	3,75	1,38	16
CC-T1	P9	R	40.000	58	75	CU	93	63	2,48	4x25+TT	3,51	1,57	16
CC-T1	P10	R	40.000	58	80	CU	115	63	2,02	4x35+TT	4,49	1,88	16
CC-T1	P11	R	40.000	58	85	CU	115	63	2,11	4x35+TT	4,25	2,11	16
CC-T1	P12	R	40.000	58	90	CU	115	63	2,20	4x35+TT	4,02	2,34	16
CC-T1	P13	R	40.000	58	95	CU	115	63	2,29	4x35+TT	3,83	2,59	16
CC-T1	P14	R	40.000	58	100	CU	115	63	2,39	4x35+TT	3,65	2,86	16
CC-T1	P15	R	40.000	58	105	CU	115	63	2,48	4x35+TT	3,48	3,13	16
CC-T1	P16	R	40.000	58	110	CU	140	63	1,96	4x50+TT	4,58	3,69	35
CC-T1	P17	R	40.000	58	115	CU	140	63	2,02	4x50+TT	4,40	4,00	35
CC-T1	P18	R	40.000	58	120	CU	140	63	2,09	4x50+TT	4,23	4,33	35

“Rehabilitación de edificio en altura”

Universidad Carlos III
de Madrid



CC-T1	P19	R	40.000	58	125	CU	140	63	2,15	4x50+TT	4,07	4,67	35
CC-T1	P20	R	40.000	58	130	CU	140	63	2,22	4x50+TT	3,93	5,02	35
CC-T2	P1	R	40.000	58	35	CU	73	63	2,32	4x16+TT	4,67	0,36	16
CC-T2	P2	R	40.000	58	40	CU	73	63	2,53	4x16+TT	4,13	0,46	16
CC-T2	P3	R	40.000	58	45	CU	93	63	2,07	4x25+TT	5,53	0,63	16
CC-T2	P4	R	40.000	58	50	CU	93	63	2,20	4x25+TT	5,03	0,76	16
CC-T2	P5	R	40.000	58	55	CU	93	63	2,33	4x25+TT	4,62	0,91	16
CC-T2	P6	R	40.000	58	60	CU	115	63	2,02	4x35+TT	5,72	1,16	16
CC-T2	P7	R	40.000	58	65	CU	115	63	2,11	4x35+TT	5,33	1,34	16
CC-T2	P8	R	40.000	58	70	CU	115	63	2,20	4x35+TT	4,99	1,53	16
CC-T2	P9	R	40.000	58	75	CU	115	63	2,29	4x35+TT	4,69	1,73	16
CC-T2	P10	R	40.000	58	80	CU	115	63	2,39	4x35+TT	4,42	1,94	16
CC-T2	P11	R	40.000	58	85	CU	115	63	2,48	4x35+TT	4,18	2,17	16
CC-T2	P12	R	40.000	58	90	CU	140	63	2,07	4x50+TT	5,39	2,67	35
CC-T2	P13	R	40.000	58	95	CU	140	63	2,14	4x50+TT	5,14	2,93	35
CC-T2	P14	R	40.000	58	100	CU	140	63	2,20	4x50+TT	4,91	3,21	35
CC-T2	P15	R	40.000	58	105	CU	140	63	2,27	4x50+TT	4,70	3,51	35
CC-T2	P16	R	40.000	58	110	CU	140	63	2,33	4x50+TT	4,51	3,81	35
CC-T2	P17	R	40.000	58	115	CU	140	63	2,40	4x50+TT	4,33	4,13	35
CC-T2	P18	R	40.000	58	120	CU	140	63	2,46	4x50+TT	4,16	4,46	35
CC-T2	P19	R	40.000	58	125	CU	140	63	2,53	4x50+TT	4,01	4,81	35
CC-T2	P20	R	40.000	58	130	CU	140	63	2,59	4x50+TT	3,87	5,17	35

2.12.- INTERPRETACIÓN DE LAS HOJAS DE CÁLCULO

Como complemento a la representación y definición de magnitudes utilizadas en el formulario que se ha indicado en el apartado 5.1, en este se hace mención a las siguientes columnas de la Hojas de Cálculo anterior.

- Columna “**SALIDA de la Línea**”.- Indica el punto de partida de la línea calculada.
- Columna “**LLEGADA de la Línea**”.- Indica el punto de llegada de la línea calculada.
- Columna “**BARRA**”.- Indica el tipo de alimentación de la línea en estudio en el cuadro del que parte, ya sea de las barras de “red” o de las barras de “grupo” (red-grupo).
- Columna “**POTENCIA (VA)**”.- Indica la potencia en voltiamperios que va a transportar la línea.
- Columna “**I (A)**”.- Indica la corriente correspondiente a la potencia a transportar, indicada en la columna anterior.
- Columna “**Long. (m)**”.- Indica la longitud estimada para la línea en estudio.
- Columna “**Mat.**”.- Indica si la línea es de cobre o aluminio.
- Columna “**I Max Adm. Línea**”.- Indica la corriente máxima que admite la línea considerando la sección comercial inmediatamente superior a la de cálculo.
- Columna “**Protec**”.- Indica el calibre de la protección a colocar en cabecera de línea. Dicho calibre deberá ser, o directamente o por regulación, inferior al de la intensidad máxima admisible por la línea.
- Columna “ **$\Delta U\%$ Acum.**”.- Indica los valores de la caída de tensión debida a la impedancia del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.
- Columna “**Composición de la Línea (mm²)**”.- Indica la composición total de la línea en estudio.
- Columna “**Icc (kA)**”.- Indica la intensidad de cortocircuito trifásico máximo en el circuito, ocurrido en el punto extremo más alejado de la línea considerada.
- Columna “**T.max. (s)**”.- Indica el tiempo máximo que la línea, en estudio y de composición determinada, soporta la circulación de la intensidad de cortocircuito y, por lo tanto, el tiempo máximo menor del cual tiene que actuar su protección.
- Columna “**S (mm²) Tierra**”.- Indica la sección del conductor de tierra. Para secciones grandes se determina en base a la sollicitación térmica.



2.13.- CÁLCULO DE LÍNEAS

Las líneas eléctricas diseñadas para este proyecto han sido elegidas bajo las siguientes condiciones:

1. Deben soportar sin sobrecalentamientos la intensidad calculada para la potencia instalada a transportar por ellas.
2. Las caídas de tensión calculadas para la intensidad de plena carga, no deben superar en este caso de Acometida en Alta Tensión con Centro de Transformación propio, el 4,5% en el uso de Alumbrado, y el 6,5% en los usos de Fuerza, partiendo de la tensión en bornas de baja de transformadores en vacío.
3. Se ha tenido en cuenta, al aplicar las formulas de caídas de tensión, que lo más desfavorable es, tomar en cada embarrado de cuadros los voltios remanentes de la caída de tensión del tramo anterior considerado.
4. Para generalizar los cálculos, optamos por considerar un resto de 1'5 %, de perdida de tensión máxima permitida, para las últimas acometidas a receptores desde cuadros secundarios, o bien desde los puntos de tomas eléctricas (**TE**). Por lo que debe ponerse atención a la columna de $\Delta U\%$ acum., de tal manera, que los % totales, finalmente acumulados, no sobrepasen los totales permitidos en el Reglamento, ya citados en el punto 2.
5. En caso de cortocircuito en el extremo más alejado de la línea, no se superará en ninguna de ellas su máxima solicitud térmica admisible; para lo cual el tiempo de corte del relé magnético del interruptor automático que la protege, debe ser inferior al reflejado en la Columna T.max. (s) de la Hoja de Cálculo.
6. En los casos en que los tiempos de corte resultante de los cálculos sean muy bajos puede ser necesario: ampliar la sección de las líneas; alargar su recorrido o bien proteger en cabeceras con fusibles limitadores de alta capacidad de ruptura.

Además, en combinación con la aparamenta elegida para sus protecciones magnetotérmicas, quedará garantizado que:

- Regulados los relés del interruptor automático que las protege a la intensidad máxima admisible en el conductor de las mismas, **existirá selectividad en el disparo frente a cortocircuitos entre los diferentes escalones de protección.**

En la citada Hoja de Cálculo se han incluido todas las líneas del proyecto hasta las alimentaciones de Cuadros Secundarios, así como hasta las Tomas Eléctricas (TE) destinadas a fuerza motriz de máquinas o cuadros particulares aportados por otros industriales.

En el caso de las instalaciones eléctricas para alumbrado y fuerza usos varios, que han sido diseñadas compartiendo líneas hasta los Cuadros Secundarios, la base de cálculo se ha tomado como si sólo se tratara de instalación destinada a usos de alumbrado, habiéndose realizado sus distribuciones a puntos de luz y tomas de corriente bajo las condiciones generales siguientes:

1. *Intensidades admisibles y protección térmica de los conductores utilizados en las distribuciones.*

En aplicación de la ITC-BT-19 (“prescripciones generales”) apartado 2.2.3 y norma UNE 20460-5-523 para conductores unipolares aislados en policloruro de vinilo, con no más de 3 circuitos por un mismo tubo empotrado o al aire y una temperatura ambiente igual o inferior a 30° C, se obtiene el coeficiente $0,7 \times 1,15 = 0,8$.

Los factores de corrección para temperatura ambiente diferente de 40° C y para agrupaciones de cables han sido obtenidos de las tablas 7.8 y 7.13 de la ITC-BT-07 (“redes subterráneas para distribución en baja tensión”).

Aplicando a la columna de dos conductores unipolares bajo tubo o conducto de la tabla 1 de la ITC-BT-19, permite las siguientes intensidades y protecciones mediante interruptor automático magnetotérmico.

- La sección de 1,5 mm² admite 12 A, estando protegida en el proyecto con 10 A.
- La sección de 2,5 mm² admite 16,8 A, estando protegida en el proyecto con 16 A.
- La sección de 4 mm² admite 21,6 A, estando protegida en el proyecto con 20 A.
- La sección de 6 mm² admite 28,8 A, estando protegida en el proyecto con 25 A.
- La sección de 10 mm² admite 40 A, estando protegida en el proyecto con 32-40 A.
- La sección de 16 mm² admite 52,8 A, estando protegida en el proyecto con 50 A.



2. Caídas de tensión máximas en las líneas de distribución, desde cuadros secundarios.

Todas las líneas están dimensionadas para que la caída máxima de tensión en ellas no supere el 1,5% de la tensión nominal de vacío del transformador de 3x400/230 V, en este caso. Para lo cual, tomando como conductividad del cobre 56, la longitud media de cada uno de los circuitos representados en los esquemas de Cuadros Secundarios, no supera los siguientes valores para cada una de las secciones de los conductores utilizados:

- Sección de 1,5 mm²
 - Potencia máxima línea monofásica :
 $I \times U \times \cos\varphi = 10 \times 230 \times 0,9 = 2.070 \text{ W.}$
 - Longitud máxima admisible: L = 17,88 m.l.
- Sección de 2,5 mm²
 - Potencia máxima línea monofásica :
 $I \times U \times \cos\varphi = 16 \times 230 \times 0,9 = 3.312 \text{ W.}$
 - Longitud máxima admisible: L = 18.63 m.l
- Sección de 4 mm²
 - Potencia máxima línea monofásica :
 $I \times U \times \cos\varphi = 20 \times 230 \times 0,9 = 4.140 \text{ W.}$
 - Longitud máxima admisible: L = 23.85 m.l
- Sección de 6 mm²
 - Potencia máxima línea monofásica :
 $I \times U \times \cos\varphi = 25 \times 230 \times 0,9 = 5.175 \text{ W.}$
 - Longitud máxima admisible: L = 28.62 m.l
- Sección de 10 mm²
 - Potencia máxima línea monofásica :
 $I \times U \times \cos\varphi = 40 \times 230 \times 0,9 = 8.280 \text{ W.}$
 - Longitud máxima admisible: L = 29.81 m.l
- Sección de 16 mm²
 - Potencia máxima línea monofásica :
 $I \times U \times \cos\varphi = 50 \times 230 \times 0,9 = 10.350 \text{ W.}$
 - Longitud máxima admisible: L = 34.34 m.l
- Sección de 1,5 mm²
 - Potencia máxima línea trifásica :



$$I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 10 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 6.228 \text{ W.}$$

o Longitud máxima admisible: $L = 39.96 \text{ m.l}$

- Sección de $2,5 \text{ mm}^2$

o Potencia máxima línea trifásica :

$$I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 16 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 9.964,8 \text{ W.}$$

o Longitud máxima admisible: $L = 37.46 \text{ m.l}$

- Sección de 4 mm^2

o Potencia máxima línea trifásica :

$$I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 20 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 12.456 \text{ W.}$$

o Longitud máxima admisible: $L = 47.94 \text{ m.l}$

- Sección de 6 mm^2

o Potencia máxima línea trifásica :

$$I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 25 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 15.570 \text{ W.}$$

o Longitud máxima admisible: $L = 57.53 \text{ m.l}$

- Sección de 10 mm^2

o Potencia máxima línea trifásica :

$$I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 40 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 24.912 \text{ W.}$$

o Longitud máxima admisible: $L = 59.94 \text{ m.l}$

- Sección de 16 mm^2

o Potencia máxima línea trifásica :

$$I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 50 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 31.140 \text{ W.}$$

o Longitud máxima admisible: $L = 76.71 \text{ m.l}$

Valores obtenidos a partir de las fórmulas:

$$\text{- Circuito monofásico: } e = \frac{2 \times L \times P \times \cos\varphi}{56 \times S \times 230} = 3,45 \text{ V}$$

$$\text{- Circuito trifásico: } e = \frac{L \times P \times \cos\varphi}{56 \times S \times 400} = 6 \text{ V}$$

En ellas se ha tomado como tensión de distribución $3 \times 400/230 \text{ V}$, y siendo:

- L = longitud media de la línea en metros.

- P = potencia aparente en voltio-amperios (VA).

- S = sección del conductor de fase en milímetros cuadrados (mm^2).



- e = caída de tensión máxima entre fase y neutro = 3,45 V, equivalente al 1,5% de 230 V, o bien 6 V para el trifásico, que permite cumplir los totales admitidos por Reglamento.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia de los receptores = 0,90.

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- Generalidades

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General del edificio Torres de Colón, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

3.1.1.- Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

3.1.2.- Alcance de los trabajos

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del REBT, estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Memoria, Memoria de Cálculo, Planos y Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, pequeñas acometidas para órganos de mando y control, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a la Obra y dentro de la obra hasta los lugares de montajes, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.



Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto de esta parte de la obra, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conlleven esta clase de instalaciones.

Será realizado, por la EI, el sellado de los huecos entre los distintos Sectores de Incendios para las instalaciones Eléctricas y de cualquier otra Instalación del Edificio, siendo responsable de su ejecución en su totalidad.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada, funcionando y legalizada.

3.1.3.- Planificación y coordinación

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario coordinado con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

3.1.4.- Modificaciones al Proyecto y cambio de materiales

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al REBT cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de



tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

3.1.5.- Vibraciones y ruidos

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

3.1.6.- Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales



y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricos. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

3.1.7.- Pruebas previas a la entrega de las instalaciones

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva, lo cual no supone ningún problema en el actual proyecto ya que la acometida no se ve modificada de la ya existente, considerándose la actual como definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.



Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Hay que comprobar que el electrodo de puesta a tierra del grupo es independiente del resto de electrodos. Sería conveniente comprobar los valores de resistencias de los electrodos de puesta a tierra, así como comprobar la independencia del electrodo del neutro del transformador, todos ellos ya existentes en la instalación actual y que no van a verse modificados.
- Las tensiones de paso y contacto resultantes de la instalación del Centro de Transformación.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte, comprobando los valores de los tiempos de disparo con los admitidos para la intensidad del defecto y resistencia de los electrodos, para garantizar que la presencia de tensiones de defecto no superen los 50 ó 24 voltios reglamentarios.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables y tubos utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados



y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.

- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a mas de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes.
- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en BT, situada en el Cuadro General de BT, así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrógeno, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

3.1.8.- Normativa de obligado cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:



- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.
- d) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación, según UNESA.
- e) Código Técnico de la Edificación (2006).
- f) Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- g) Real Decreto 1.725/1.984 de 18 de julio por el que se modifica el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía eléctrica y las condiciones de carácter general de la misma.
- h) Normas de Régimen Interno y Recomendaciones de las Empresas Suministradoras de Energía Eléctrica.
- i) R.D. 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, de la Comunidad y del Ayuntamiento.

3.1.9.- Documentación y Legalizaciones

En cumplimiento con el Artículo 19 del REBT, una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:



1. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos y esquemas definitivos de la Instalación. Incluyendo la instalación de tomas de tierra definitiva y sus valores correspondiente al Grupo Electrógeno y a la parte que se modifique dentro del Centro de Transformación.
2. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
3. Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
4. Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento e Instrucciones de funcionamiento de Equipos y Aparamenta.
5. Dos ejemplares encarpetados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del REBT, para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en, y expedidos, por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma de Madrid. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.

El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (AT y BT) los documentos siguientes:

- Autorización administrativa.
- Certificado de la medición de la resistividad del terreno
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Certificado de las mediciones de Paso y Contacto del C.T.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Aunque sólo se modificará parcialmente el Centro de Transformación existente, es necesario obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará



la legalización de la instalación de Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.

3.2. - CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

3.2.1.- Generalidades

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV. En este capítulo se excluyen los transformadores ya que se seguirán manteniendo los actuales del tipo seco.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpo sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán



el paso de cuerpos sólidos de más de \varnothing 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de \varnothing y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en BT Esta red constituirá la de protección en AT.

Por debajo del suelo del CT ya deberá existir un mallazo metálico. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en AT al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista, para consulta, la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de AT con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.



- Resistencias de las distintas puestas a tierra.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio, o cobre, según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

3.2.2.- Centros de Transformación

3.2.2.1.- Envolverte metálica

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación de aparamenta bajo envolverte metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099 y UNE20324. Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento de juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Estos compartimentos se describen a continuación.

a) Compartimento de aparellaje

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida, según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.



Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aperellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza Allen M8 con par de apriete de 2,8 m x kg.

c) Compartimento de conexión de cables

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

d) Compartimento de mando

Contendrá los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

e) Compartimento de control



En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado con bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible en tensión, tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una mano de pintura de acabado.

3.2.2.2.- Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

▪ Tensiones asignadas	24 kV	36 kV	52 kV
Nivel de aislamiento asignado:			
▪ A frec. industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
▪ Impulso tipo rayo	125 kV	170 kV	250 kV
▪ Intensidad admisible de corta duración	16 kA	31,5 kA	25 kA
▪ Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kA	80 kA	63 kA



a) Interruptores- seccionadores

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

b) Interruptor automático

Será en SF₆, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

c) Cortacircuitos fusibles

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625. Asimismo admitirán la implantación de relés de protección descritos en otros documentos del Proyecto.

d) Puesta a tierra

Las partes de los circuitos de alta tensión conectadas a cables quedarán puestas a tierras, por intermedio de seccionadores de puesta a tierra, con tres posiciones (cerrado- abierto- a tierra) debidamente enclavados con los seccionadores-interruptores de aislamiento de tensiones en los circuitos y con capacidad de cierre sobre cortocircuito, de acuerdo con la norma.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en AT.

e) Equipos de medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de AT y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:



- Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de AT. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

- Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria y se aportarán certificados de Laboratorio.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, tensiones e intensidades nominales, relaciones de transformación, etc, se tendrá en cuenta lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

Los puntos neutros de los transformadores de medida se conectarán a la tierra de Protección de Alta Tensión

3.2.2.3.- Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los planos, mediciones y calidades se ajustarán, en todo caso, a las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación de acuerdo con el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales y la Cia. Eléctrica.

3.2.2.4.- Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.



Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores (ya existentes).
- Tensiones de paso y de contacto.
- Comprobación de las regulaciones de los elementos de protección.

3.2.2.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

a) Prevenciones Generales

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local del centro de transformación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes aislantes y situándose sobre banqueta aislante.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

b) Puesta en Servicio



1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja tensión, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.
3. Para los casos en que los interruptores generales de los Cuadros sean del tipo INTERRUPTORES DE CORTE EN CARGA, las maniobras de CIERRE deben hacerse con los interruptores automáticos aguas arriba, evitando así que, en caso de cortocircuito casual, durante el tiempo en el que el Cuadro haya estado sin tensión, se provoque una falsa maniobra de cierre en carga, de un aparato que no tiene poder de cierre suficiente para el cortocircuito.

c) Separación de Servicio

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.
5. Cualquier operación en las celdas de alta tensión exige la puesta a tierra previa de los elementos eléctricos correspondientes.

d) Prevenciones Especiales

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. En los accesos al CT se dispondrán dos extintores de incendios 113-B de polvo seco.

3.2.3.- Cables de transporte de energía eléctrica (1–52 kV)

Los cables que este apartado comprende, son los comentados en el apartado 2.1.-*Generalidades*, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) contruidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo mínimo de un segundo, o bien, a tiempos controlados por las protecciones existentes.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables.

Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

3.2.3.1.- Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

3.3.- GRUPO ELECTRÓGENO

3.3.1.- Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3, o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del REBT) mediante Grupos Electrógenos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea de acero inoxidable destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema de refrigeración, será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrógeno. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en la normativa vigente.



Antes del suministro del grupo electrógeno, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El tiempo de la conmutación total entre ambos suministros, incluido el tiempo de arranque, estabilización de la tensión y frecuencia de la corriente en el grupo electrógeno, no será superior a veinte segundos.

El Grupo Electrógeno (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, el depósito auxiliar de combustible y la chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la admitida en esta instalación y prevista en este Proyecto con insonorización por debajo de 30 dB.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia.



- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.
- Disminución de ruidos en la insonorización.
- Carga máxima simultánea que el grupo es capaz de soportar sin calarse.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

3.3.2.- Componentes

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

3.3.2.1.- Motor Diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.



- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

3.3.2.2.- Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

3.3.2.3.- Acoplamiento y Bancada

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

3.3.2.4.- Cuadro de Protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.



- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

3.3.2.5.- Depósito de combustible

Su capacidad se dimensionará para un mínimo de ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

3.3.2.6.- Juego de herramientas

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

3.3.2.7.- Documentación y apoyo técnico

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

3.3.2.8.- Sistema de arranque

Compuesto por :

Motor de arranque de 24 Vcc con capacidad para tres intentos de arranque

Juego de dos baterías de arranque de 90 Ah de capacidad, con soportes, cables y botellas de ácido para llenado.

Alternador de carga de 45 A

Cargador de baterías de 5 A

3.3.3.- Normas de ejecución de las instalaciones

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle



del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término, la Normativa correspondiente de Protección Contra incendios en cuanto a sectorización y grado de resistencia al fuego.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84, así como la reglamentación correspondiente al Ayuntamiento, Medio Ambiente y Bomberos

3.3.4.- Pruebas reglamentarias

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

3.3.4.1.- Funcionamiento Manual

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
2. Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE.
3. Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro de Red se procederá a la prueba 4).
4. Transferencia de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
5. Parada del GE.

3.3.4.2.- Funcionamiento Automático

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de Red por debajo/encima del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizarán las siguientes pruebas:



1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

3.3.4.3.- Funcionamiento Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de la función AUTOMÁTICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a DESCONECTADO, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.

1. Comprobación de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:
 - Conmutador de funciones:
AUTOMÁTICO, MANUAL, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
 - Pulsadores de:
ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN RED, CONEXIÓN GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.
 - Lámparas de señalización:
EXISTE RED, EXISTE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
 - Alarmas con identificación:
FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

3.4.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN

3.4.1.- Generalidades



Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones de paneles mínimas de 1.800x800x400 mm y máximas de 2.100x1000x1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000x550x180 mm y máximas de 1.500x1000x200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30°C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera. Su altura de montaje permitirá la continuidad del rodapié de hasta 400 mm.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará, para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos desarrollados para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.



La función de los cuadros de protección es la reflejada en el REBT, ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

El fabricante de los cuadros Certificará su construcción, confirmando las características de sus elementos tanto eléctricos como metálicos.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

3.4.2.- Componentes

3.4.2.1.- Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 o superiores en Salas de Máquinas o al exterior. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Además, todos los frentes de los cuadros dispondrán de puertas suplementarias transparentes, que permitan la visualización de la posición de la aparamenta y la protección contra posibles operaciones hechas por personal no autorizado. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con



anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo, previa apertura de la primera puerta, a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA, o superior, para aquellos cuadros cuya intensidad de cortocircuito sea mayor.

3.4.2.2.- Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento,



maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que exista aguas abajo.

Para el sistema de instalación elegido TT, las protecciones, contra contactos indirectos, se realizarán con dispositivos diferenciales para todos los circuitos de la instalación. Para la definición de las intensidades de desconexión se aplicarán las intensidades nominales según se indica en la Memoria de Cálculo y los tiempos de corte serán, asimismo, las definidas de acuerdo con las tensiones de contacto asignadas máximas aceptables, de tal manera que se asegure una SELECTIVIDAD TOTAL para el caso de la puesta a tierra de una fase y para el caso de acumulación de fugas admisibles en receptores. La tensión de contacto límite será de 50 ó 24 V.

Todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24.

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD TOTAL al cortocircuito, conjugando poderes de corte y solicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas



proporcionadas por el fabricante de la aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones. (Protección total a los cortocircuitos)

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado, no siendo admitidos estos elementos diferenciales puros para corte en cuadros donde la intensidad de cortocircuito sea mayor de 5 KA.

De acuerdo con la ITC-BT-28 punto 2.1 se dispondrá, para los Servicios de Seguridad de Ascensores, Bomba de Incendio y Extractores de humos, un sistema de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, compuesto por transformadores de aislamiento desde los que alimentarán los receptores. Se dispondrán controladores permanentes de aislamientos que al primer defecto emitan señales de aviso en las Salas de los Cuadros correspondientes y en el puesto de Control General. Para un posible segundo defecto de dotarán las salidas con protecciones contra sobreintensidades, cortocircuitos y corrientes de fugas, cubriendo las posibilidades de TN o TT. Para evitar las capacidades de los conductores se deberán independizar los de protección en canalizaciones separada de los activos.

Cada cuadro dispondrán de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del CGBT.

Todos los interruptores del CGBT y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

3.4.2.3.- Embarrados y Cableados



En los cuadros CGBT las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 3500 kg/cm² para el cobre de dureza 110 Vickers y 3000 kg/cm² para el de dureza 100 Vickers. Como cálculo reducido para el cobre de 100 Vickers, podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 3000$$

donde:

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 3000, \text{ donde:}$$

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100$ Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias $\left(\frac{f}{50}\right)$ sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en BT del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV (AS) provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo (AS), con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege y de cortocircuito presente en el cuadro.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados, que las indicadas en este apartado, ni conexiones con cables de secciones insuficientes para soportar las solicitaciones térmicas debidas a las intensidades de cortocircuito a que estén sometidos cada cuadro, según la tabla de cálculo de este Proyecto .

3.4.2.4.- Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas, no propagadoras de la llama.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.



- Bornas.
- Retoques de pintura.
- Aislantes

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio. Y en lugar conveniente, del mismo cuadro, se dispondrán los esquemas correspondientes.

3.5.- CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

3.5.1 Generalidades

Los cables que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio. Denominación (AS) en general y (AS+) para Servicios de Seguridad.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **AI** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, ó 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos los cables deberán ser dimensionados para:



- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el REBT, ITC-BT-07 e ITC-BT-19. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5 mm².

3.5.2.- Tipo de cables y su instalación

3.5.2.1.- Cables 450/750 V (PVC) para instalación en tubos y canales

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21.031, 20.427, 20.432-1-3, 21.172, 21.174 y 21.147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes



conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos (H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS)) o flexibles (H07Z1-K (AS)). Cuando se utilicen cables flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será: $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$.

3.5.2.2.- Cables RZ1-0,6/1 kV (AS) para instalación al aire

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación al aire según ITC-BT-07 apartado 3.1.4 del R.E.B.T.

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 21.147, 21.432, 21.145, 21.174, 21.172, 20.432 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud. En estos casos las agrupaciones de cables estarán formadas por las tres fases y neutro formando paquetes.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del REBT.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

3.5.2.3.- Cables resistentes al fuego denominación (AS+) para instalación al aire.

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de *Cables* RZ1-0,6/1kV de este capítulo.

Se utilizarán para los Servicios de Seguridad desde el Grupo Electrógeno hasta cada uno de los receptores utilizados (ITC-BT-28. Apartado 4).

3.6.- CANALIZACIONES

3.6.1 Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente, no propagadores de llama.
- Tubos en material PVC flexible no propagadores de la llama.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular y galvanizadas en caliente. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los conductores en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.



Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del REBT, teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

	Conductor mm2																
	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
Tubo Mm	1, 5	2, 5	4	6	1 0	1 6	2 5	6	10	16	25	2, 5	4	6	10	16	25
16	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	7	6	5	3	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	-	7	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	-	-	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	-	-	-	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	-	-	-	7	6	-	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	6	3	3	2	2	2	-

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.

3.6.2 Materiales

3.6.2.1.- Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el



diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija mas de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27-501/88 y 37-508/88), disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para montar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable de cobre de 16 mm² para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre



soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra puedan ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C .

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60x200	2,7	1,810	22,5
60x300	3,2	2,770	33,7
60x400	3,7	3,700	45,6
100x300	3,7	3,690	57,3
100x400	4,2	4,880	77,2
100x500	4,7	6,350	96,6
100x600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En



estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

3.6.2.2.- Canales protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:



Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50x75	2,2	1,180	6,7
60x100	2,5	1,190	10,8
60x150	2,7	2,310	16,6
60x200	2,7	2,840	22,5
60x300	3,2	4,270	33,7
60x400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

3.6.2.3.- Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del REBT:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los **tubos de acero** serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-



Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los **tubos de PVC rígido** serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama). Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.



Los **tubos corrugados en PVC**, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los **tubos corrugados reforzados en PVC**, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 1000 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.



- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

3.6.2.4.- Cajas de registro, empalme y mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.



La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

3.7.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

3.7.1.- Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en BT de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en BT de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del REBT como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

3.7.2.- Línea General de Alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de BT de los transformadores con los interruptores de protección en BT de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT. La acometida del Grupo Electrógeno al CGBT se realizará con conductor de características (AS +), resistente al fuego.

3.7.3.- Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)



Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades, sobretensiones y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto, que contienen además protecciones contra contactos indirectos, selectivos con los dispuestos en las propias salidas a receptores de los citados CSs.

3.7.4.- Líneas de Derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)

Las LGD y LDI enlazarán el cuadro CGBT con los CSs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

3.7.5.- Cuadros CSs

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, sobretensiones, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

3.7.6.- Instalaciones de distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y



tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta. Así como los receptores de otros Servicios (A.A. Cocina, etc.).

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conexionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará en el mismo tubo los conductores de circuitos y los de protección (amarillo-verdes) que tendrán los mismos aislamientos y compartirán las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección también compartirá canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser $2,5 \text{ mm}^2$.

La instalación de conductores en las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones previamente montadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.



La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno. Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. Podrá instalarse un bloque de alimentación de afeitadoras especial e interruptores de tirador.

Deberá estar montada una red equipotencial en los cuartos de baños conectando todos las tuberías metálicas de la red de fontanería.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

3.7.6.1.- Distribución para Alumbrado Normal



Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente marcados en planos de planta.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla siguiente (sección SU-4 del C.T.E.), medido a nivel del suelo:

Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación

Zona			
<i>Iluminancia mínima</i>			
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10 lux
		Resto de	5 lux
	zonas Para vehículos o mixtas		10 lux
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75 lux
		Resto de	50 lux
	zonas Para vehículos o mixtas		50 lux

El factor de uniformidad medio será como mínimo del 40%.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los puntos de luz que alimenta.



Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm² para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos conductores se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección y todos los puntos de luz tendrán conductores de puesta a tierra.

3.7.6.2.- Ahorro de energía

Al tratarse de un edificio existente con una superficie útil superior a 1000 m² donde se rehabilita más del 25% de la superficie iluminada, se debe cumplir con lo especificado en el Código Técnico de la Edificación en su apartado HE-3 (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación). Cumpliendo con esta normativa, las instalaciones de iluminación dispondrán de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de una sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de apagado y encendido en cuadros eléctricos como único sistema de control.
- Las zonas de uso esporádico dispondrán de un sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

- En las zonas de primera línea paralela a cerramientos acristalados al exterior, se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de la iluminación en función del aporte de la luz natural.

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Todas las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas 3.1 y 3.2:

Tabla 3.1 Lámparas de descarga

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor de halogenuros metálicos
50	60	62	---
70	---	84	84
80	92	---	---
100	---	116	116
125	139	---	---
150	---	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277(3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

(1) Estos valores se aplican a los balastos estándares de mercado (los balastos de ejecución especial no están contemplados, p.ej. “secciones reducidas, reactancias de doble nivel”)

Tabla 3.2 Lámparas halógenas de baja tensión

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2x35	85
3x35	125
2x50	120

3.7.6.3.- Distribución para Alumbrado de Emergencia

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.



Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo).

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- b) se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - i) en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
 - ii) en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
 - iii) en cualquier otro cambio de nivel;
 - iv) en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo a ejes de pasillos siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 1 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Su alimentación será desde los cuadros de protección del alumbrado normal, utilizando circuitos de uso exclusivo.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía.



Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.

b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

La instalación de los aparatos de alumbrado de emergencia cumplirá con:

- Los aparatos autónomos y los de alumbrado normal de un mismo local, estarán alimentados, al menos, por un mismo Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR).
- Cuando en un mismo local haya dos o más aparatos autónomos, estos deberán ser alimentados, al menos, con dos circuitos distintos.

La forma de instalación de canalizaciones y conductores será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

3.7.6.4.- Distribución para tomas de corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección.



En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por el número del circuito que en cuestión, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos y de protección serán de 2,5 mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

3.8.- REDES DE TIERRAS

3.8.1.- Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $U_L < 65V$ e $I_{mc} < 50 mA$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$.



El REBT toma como límite $U_L < 50V$ (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA.}$; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra de protección y de neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a los admitidos en cada caso.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_L superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del REBT, o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

3.8.2.- Redes de tierra independientes

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos. (ITC-BT-18 Punto 10)

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

3.8.2.1.- Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de AT, puestas a tierra de seccionadores de PaT, cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en AT y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

Al ser un edificio construido, el mallazo de equipotencialidad ya estará instalado en el CT (se mantiene la misma ubicación), y cubierto con una capa de hormigón de cierto espesor mínimo. Por ello, se propone la medida de las tensiones de paso y contacto para validar la red de puesta a tierra existente, o en su caso proceder a su correcta modificación. Así mismo, el mallazo deberá estar puesto a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos y conectándolo a la red de puesta a tierra del CT.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre, cuando las tensiones de paso y contacto lo permitan. Los cables de los electrodos serán de cobre desnudo de 50 mm².

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 20 Ω, estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima que satisfaga la condición (ITC-BT-18 Punto 11):

$$D = \frac{\rho \times I_d}{2 \times \pi \times U}$$



donde,

ρ = Resistividad del terreno

I_d = Intensidad de defecto a tierra, para el lado de alta tensión

$U = 1.200 \text{ V}$ para sistemas TT, para tiempos de desconexión menores de 5 s

En la Memoria de cálculo se resuelve que, debido a la proximidad de las distintas redes de electrodos, no se pueden garantizar las distancias necesarias, por lo que decidimos unificar este electrodo con el de Protección de Masas de BT, que a su vez está conexionado en paralelo con la red del electrodo de la Estructura del Edificio.

Entre las cajas de seccionamiento y comprobación de los electrodos de Masas del CT, Masas de BT y Estructura del Edificio se dispondrá una tubería de PVC que permita la instalación de un cable de 0,6/1 KV de 50 mm² a través del cual se realizarán las unificaciones de los distintos electrodos.

3.8.2.2.- Red de Puesta a Tierra de Servicio

Esta red de puesta a tierra se encuentra realizada actualmente, ya que los transformadores existentes han sido sustituidos hace poco tiempo y por ello no van a modificarse. Se propone de nuevo la comprobación del correcto funcionamiento de esta red de puesta a tierra de servicio, y en su caso la correcta actuación sobre ella si así fuera necesario. Dentro de estas se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

1. Neutros de estrella en BT del transformador de potencia.
2. Neutro de generador de corriente alterna.
3. Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08.

3.8.2.3.- Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Al tratarse de un edificio ya construido, ya existirá la red de puesta a tierra de la estructura del edificio. Por ello, se propone la comprobación de la correcta

instalación existente de puesta a tierra de la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace deberá estar realizado con conductores de cobre desnudo, enterrado por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, estará ya conectado a picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y en las conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

Se comprobará la existencia de arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes. En el caso de que alguna de ellas no existiera, deberá procederse a su instalación.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p. a t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

3.8.2.4.- Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de BT, normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura del Edificio, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.



- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra total será la suma de las puesta en serie –paralelo.

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión unificada con las de protección de BT/Estructura
- Red de protección de Servicio.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizaría en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

3.8.2.5.- Enlace entre las Redes establecidas

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT, los herrajes que forman parte de la Red de Protección en AT (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura del Edificio. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección BT/Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, según exista la conveniencia de establecer un régimen de Neutro TT, para el cual las resistencias de cierre de bucles de defectos, deberán proporcionar intensidades de defecto suficientes, para provocar las aperturas de los interruptores diferenciales, en los tiempos necesarios, a partir de las intensidades



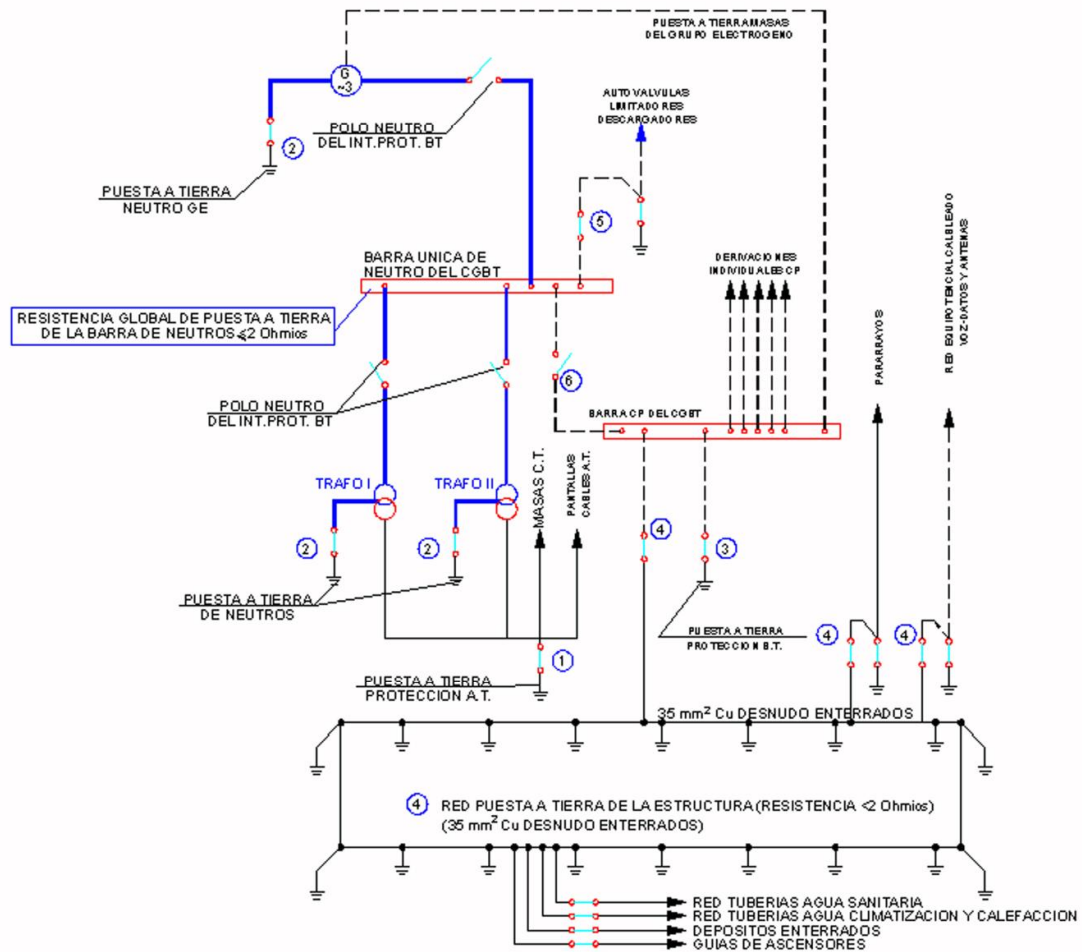
que permitan los valores de 50 ó 24 voltios de defecto y evitar que las tensiones de contacto máximas sean superiores a la permitida por la MIE-RAT-13.

Tomando esta última consideración y las tensiones de defecto aplicadas resultantes, deberemos programar las selectividades de los tiempos de corte de los distintos escalones de diferenciales, para conseguir una seguridad escalonada, en coordinación con los amperios nominales de calibración que se otorgue a los mismos.

Para mas detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema general en página siguiente y Memoria de cálculo.

- ① PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTE RED ALTA TENSION
- ② PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTES VARIOS NEUTROS
- ③ PUESTA A TIERRA RED PROTECCION BAJA TENSION
- ④ PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO
- ⑤ PUESTA A NEUTRO DE AUTOVALVULAS, LIMITADORES Y DESCARGADORES
- ⑥ POSIBILIDAD SISTEMAS "TT" O "TN-S"

- CADA UNO DE ESTOS PUENTES DE COMPROBACION IRA ALOJADO EN UNA CAJA DE POLIESTER(360x180x175) NIVEL DE AISLAMIENTO 5 KV Y TODOS ELLOS CENTRALIZADOS EN EL LOCAL DEL CGBT.



ESQUEMA TIPO DE REDES DE PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTES E INTERCONEXION ENTRE ELLAS

3.9.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

3.9.1.- Generalidades

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1-R aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo “CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSION” de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.



7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a **compatibilidad Electromagnética** tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

3.9.2.- Tipos de Luminarias

3.9.2.1.- Luminarias fluorescentes de interior



Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Mediciones. La fijación de luminarias se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:

- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600x600 mm para las de empotrar, y de 560x560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

- a1) Componente óptico doble parabólico aluminio especular.



- Luminaria de 1x58W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 1x35W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
- Luminaria de 3x18W, igual o superior al 70%.
- Luminaria de 4x18W, igual o superior al 74%.

b1) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 1x58W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 1x36W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
- Luminaria de 3x18W, igual o superior al 60%.
- Luminaria de 4x18W, igual o superior al 67%.

c1) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 1x58W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 1x36W, igual o superior al 69%.
- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
- Luminaria de 3x18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 4x18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:

a2) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3x36W, igual o superior al 63%.
- Luminaria de 2x55W, igual o superior al 54%.

b2) Componente óptico doble parabólico aluminio mate.

- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3x36W, igual o superior al 49%.
- Luminaria de 2x55W, igual o superior al 54%.



c2) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 3x36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de policarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

a) Con reflector abierto:

- Luminaria de 1x18W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2x13W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2x18W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 2x26W, igual o superior al 63%.

b) Con reflector y cierre de cristal:

- Luminaria de 2x13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2x18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2x26W, igual o superior al 63%.

c) Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).

- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 51%.
- Luminaria de 2x18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2x36W, igual o superior al 53%.

3.9.2.2.- Regletas industriales y luminarias herméticas para interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, con grado IP adecuado. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

3.9.2.3.- Aparatos especiales y decorativos para interior

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

3.9.2.4.- Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de una fuente de alimentación propia, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

Los aparatos autónomos a instalar en el actual proyecto serán del tipo no combinado, disponiendo de un sistema de control de funcionamiento mediante



central u ordenador, que facilita el mantenimiento de toda la instalación. Para el correcto funcionamiento de la instalación, se seguirán las indicaciones realizadas por el fabricante para las conexiones de la central con las luminarias y el correcto uso del programa de supervisión.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.
- Todas las luminarias de emergencia dispondrán de control por telemando.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

3.9.3.- Componentes para luminarias

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretodo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

3.9.3.1.- Reactancias o balastos

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la



potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio, con tratamiento de fosfatación microcristalina y acabado en pintura poliéster y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado, con un índice de protección mínimo IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán



impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93). Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Los instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretudo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los conductores entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
		55 W	FSDH-55-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
COMPACTA PLANA 4 T	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E-G24q=1 FSQ-10-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E-G24q=1 FSQ-13-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E-G24q=2 FSQ-18-I-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E-G24q=3 FSQ-26-I-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W



TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I-GX24d=2 FSM-18-E-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I-GX24d=3 FSM-26-E-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10-GR10q FSS-10-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	16 W	14 W	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
	28 W	25 W	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/P/H-GRY10=q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				



3.9.4.2.- Lámparas fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=84.

3.9.4.3.- Lámparas fluorescentes compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con reproducción cromática 1B y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con reproducción cromática 1B y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con reproducción cromática 1B y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

3.9.4.4.- Lámparas de descarga de forma elipsoidal

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de VMAP, de 100 lm/W en las de VSAP y de 75 lm/W en las HM.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (Ra>60) con reproducción cromática 1A, 1B, 2A o 2B.

3.9.4.5.- Lámparas varias

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena BV, reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo



uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

3.10.- PARARRAYOS

3.10.1.- Generalidades

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- REBT.
- Código Técnico de la Edificación (sección SU-8).
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.

3.10.2.- Componentes

3.10.2.1.- Cabeza captadora

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

El volumen protegido determinado por los dispositivos captadores está formado por la superficie de referencia y la superficie generada por una línea que, pasando por el extremo del dispositivo captador, gire formando un ángulo α con él. Los valores de los ángulos de protección α vienen dados en la tabla B.1 de la sección SU-8 del CTE, en función de la diferencia de altura entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado h , para cada nivel de protección.

Tabla B.1 Ángulo de protección α

<i>Nivel de protección</i>	<i>Diferencia de altura h entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado m</i>			
	20	30	45	60
1	25°	*	*	*
2	35°	25°	*	*
3	45°	35°	25°	*
4	55°	45°	35°	25°

* En estos casos se emplean los métodos de esfera rodante y/o malla.

Se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

3.10.2.2.- Mástil

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

3.10.2.3.- Elementos de puesta a tierra

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra.



El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm² de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud Ø 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6×30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de Ø 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del REBT y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. **Instalación Captadora:** tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta, disponiéndose de manera que proteja el mayor volumen posible.
2. **Derivador:** es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra.
Los derivadores conducirán la corriente de descarga atmosférica desde los dispositivos captadores a las tomas de tierra, sin calentamientos y sin elevaciones de potencial peligrosos, por lo que deben preverse:



- a) al menos un conductor de bajada por cada punta Franklin o pararrayos con dispositivo de cebado, y un mínimo de dos cuando la proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical o cuando la altura de la estructura que se protege sea mayor que 28 m;
- b) longitudes de las trayectorias lo más reducidas posible;
- c) conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.

3. **Electrodo de puesta a tierra:** su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 70 mm² de sección enterrado fuera de la cimentación, y al que se conectará el conductor de bajada, utilizando, si fuera necesario, soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura del edificio, en los mismos y cada uno de los puntos en donde cada electrodo de puesta a tierra se une con su correspondiente conductor de bajada.

3.11.- GARAJE

En el edificio en el que está ubicado el garaje, objeto de este Proyecto, se dedican cuatro plantas bajo rasante, Sótano 3, Sótano 4, Sótano 5 y Sótano 6 al aparcamiento de vehículos para uso de los trabajadores y personas vinculadas a alguna de las actividades desarrolladas dentro del edificio Torres de Colón.

En este garaje pueden aparcarse más de 100 coches. Dispone de dos ascensores, uno de los cuales dispone de alimentación desde el Grupo Electrónico.

La entrada de vehículos es única desde la calle con doble sentido.

La Clasificación como local se corresponde con un “Local con riesgo de Incendio o Explosión” y como “Emplazamiento Peligroso Clase I”, de acuerdo con la ITC-BT-29.

Teniendo en cuenta lo establecido en la Norma UNE-100-166-92 “Climatización y Ventilación de Equipamiento de Aparcamientos” y la UNE-EN-60079-10 “Clasificación de Emplazamientos Peligrosos” establecida en el REBT referente a:



Fuente de escape: Serán las que puedan tener los depósitos de gasolina de los vehículos o manipulaciones de los usuarios, que se consideran poco probables o no usuales.

Grado de Escape: Se entiende que es secundario al no esperarse que ocurra en funcionamiento normal y si se produce será infrecuente y de corta duración

Tipo de Zona: **Se entiende que sean Zona 2 como consecuencia del Grado de Escape.**

Características de la sustancia: Vapores de hidrocarburos más pesados que el aire.

Se considera que, los Volúmenes Peligrosos comprendidos entre el suelo y un plano horizontal situado a 0,60 m sobre el mismo, se podrán tener en cuenta siempre y cuando la ventilación del local está “suficientemente asegurada”. En este caso por intermedio de renovaciones de aire realizada por los extractores correspondientes, que garanticen una renovación mínima de 15 m³/h.m² de superficie de Garaje. El caudal de ventilación por planta se repartirá, como mínimo, entre dos dispositivos o tomas de ventilación independientes que actuarán sobre los mismos conductos para que, en caso de avería de uno de ellos, se mantenga la ventilación.

Todo foso o depresión bajo el nivel del suelo se considera como Volumen Peligroso. No se considerarán así los adyacentes a los anteriores, si están separados de los mismos por tabiques estancos de altura mayor o igual a 0,60 m.

Los equipos e instalaciones destinados a estos locales cumplirán:

- Para el caso de instalaciones en los volúmenes peligrosos hasta 0,60 m por encima del suelo, serán consideradas de Clase I, Zona 2 y por lo tanto cumplirán las prescripciones señaladas en la ITC-BT-29, para estos locales.
- Para el caso de instalaciones situadas por encima de los volúmenes peligrosos, 0,60 m, deberán realizarse según la ITC correspondiente, que este caso será la correspondiente a Locales de Publica Concurrencia BT-28
- Se colocarán cierres, de acuerdo con la ITC-BT-29, en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes definidos como peligrosos.



- Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el volumen peligroso, cuando alguna parte de la misma penetre o atraviese dicho volumen.
- Las tomas de corriente, interruptores, pulsadores luminarias o cualquier otro elemento eléctrico, se colocarán a una altura mínima de 1,50 m sobre el suelo.
- Si algún motor quedara bajo la cota de referencia de 0,60 m, será necesario recrecer el acceso a las bocas de accesos con tabiques de estas alturas.

A efecto de acometidas consideramos necesario el doble suministro, para garantizar los mantenimientos de los servicios de Contraincendios y evacuación de personas. Por lo cual se realizará como de Pública Concurrencia.

Por lo tanto la instalación eléctrica del Garaje dispondrá de dos Acometidas independientes en Baja Tensión, compuestas por líneas diferentes desde el Centro de Transformación de abonado o desde el Grupo Electrógeno. Ambas acometidas se conectarán al sistema de conmutación automático dentro del CGBT Red-Grupo.

La centralización será homologada por la Cia. disponiendo como mínimo de: Interruptor de corte general de 4x100 A; Fusibles de 100A de ACR; Contadores de energía activa triple tarifa con maxímetro, de lectura indirecta y de energía reactiva; Bornas de comprobación. Todo ello en cuadro precintable de tipo exterior para empotrar en fachada.

Desde el CGBT Red-Grupo partirá la Derivación Individual hasta los Cuadros Generales de mando y protección de cada una de las plantas de aparcamientos, formada por un conductor de 0,6/1 KV tipo RZ1-K (AS) de 4x25 mm², canalizado en tubo de PVC, no propagador de la llama, en montaje visto o empotrado de 70 mm de diámetro.

En cada Cuadro General se alojarán los dispositivos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierras, para todos los circuitos de utilización del Garaje, según los esquemas unifilares. También dispondrá de una protección contra sobretensiones de tipo transitorias.

La iluminación se compondrá de:

- Iluminación de las Vías de Circulación. Formada por : Un circuito de Vigilancia con encendido permanente, que asegura una iluminación media permanente, en el eje de la vía, de 50 lux; Dos



circuitos de refuerzo de la iluminación con encendidos normales desde el cuadro de Control; Todos los circuitos son comunes para los dos sótanos. Las luminarias a instalar serán fluorescentes de arranque rápido con estructura estanca IP 55.

- Iluminación de las plazas de aparcamientos. Formada por: Cada planta de aparcamiento dispondrá de un mínimo de tres circuitos de alumbrado, de manera que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas. Los circuitos estarán mandados por pulsadores en plantas, con accionamiento de relés temporizados. Con el mismo tipo de luminarias.
- Iluminación de emergencia. Realizado con luminarias autónomas estancas, de una hora de duración del encendido, proporcionando niveles de iluminación medio de 1 lux en Vías de Evacuación; 5 lux para los Equipos de Socorro y 0,5 lux para las Antipánico. Todo ello de acuerdo con la ITC-BT-28 punto 3.1
- Iluminación de escaleras. Formada por tres circuitos independientes para iluminación normal, complementada con la de emergencia correspondiente.

Las restantes instalaciones del Garaje se realizarán, igualmente bajo lo indicado en la ITC-BT-28, para Locales de Pública Concurrencia. Las acometidas destinadas a servicios de seguridad son: Ascensor, Cuadros de Bombas de Incendios; Cuadro de Extracción y Centralita de CO y de incendios.

3.12.- BATERIA DE CONDENSADORES

Para compensación del factor de potencia de la instalación de BT se ha previsto la implantación de una Batería automática de Condensadores de 600 KVAR conectada al CGBT a través de transformadores de intensidad y protegida con interruptor magnético, con acometida trifásica y conductor de toma de tierra, según la tabla de cálculo.

Estas baterías serán de varios escalones que permitan la selección de potencia, según las características de la red en cada caso.

Los condensadores dispondrán de contactores para permitir las descargas capacitivas y tendrán protección contra Armónicos.



Se ha presupuestado una Batería de 600 KVAR por estimación directa, porque la potencia definitiva deberá definirse cuando la instalación esté en marcha y se puedan medir los parámetros reales a compensar.



4.- PRESUPUESTO

A continuación se muestra el detalle de todas las partidas presupuestadas en el presente proyecto.

Presupuesto

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
05	Capítulo		PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	1	12.165,86	12.165,86
05.01	Capítulo		ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	1,00	5.688,86	5.688,86
05.01.001	Partida	Ud	Puesto de control local	1,00	772,00	772,00
			Puesto de control local de rociadores tubería húmeda DN 65 para SUBDIVISIÓN de la instalación en plantas de Oficinas según norma UNE 12845. Montaje en patinillo o techo y compuesto de Válvula de mariposa ranurada de 2 1/2" de diámetro PN-20 con volante, indicador de posición, Final de carrera 1 contacto y cadena. Homologación UL/FM. Interruptor de flujo con temporizador ajustable DN 2 1/2" IP 56, contactos dobles SPDT y Homologación UL/FM Modelo VSR-F, Válvula de Prueba y drenaje K 80, Colector de acero pintado DN 65 x 1 m ranurado con tomas para manómetro y drenaje, Manómetro de glicerina de 100 mm 0+16 bar R. 1/2 con grifo, Derivación 4 x 2 1/2" y 2 acoplamientos ranurados rígidos pintados. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas. Modelo de TYCO, VIKING o equivalente			
05.01.002	Partida	Ud	Rociador automático oculto	36,00	20,55	739,80
			Rociador automático oculto de respuesta rápida y cobertura estándar, K 80, ampolla de 3 mm Temperatura ordinaria 68 °C, con tapa blanca. Presión máxima de trabajo 17,2 bar. Homologación UL/FM. Conexión 1/2" NPT. Montaje en Oficina y zonas comunes con falso techo fijo o registrable. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas.			
			Modelo de TYCO, VIKING o equivalente			
05.01.003	Partida	Ud	Rociador automático colgante	2,00	5,88	11,76
			Rociador automático colgante o montante de respuesta y cobertura estándar, K 80, Bronce, ampolla de 5 mm, Temperatura ordinaria 68 °C. Homologación UL/FM. Conexión 1/2" NPT. Montaje en cuartos comunes con techos vistos. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas.			
			Modelo de VIKING, TYCO o equivalente			



05.01.004	Partida	Ud	Vela rígida DN25 Vela rígida DN 25 para conexión de rociadores en falso techo completa con tubo de acero, 2 codos de 90º y reducción DN25x15 roscados. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas.	36,00	20,00	720,00
05.01.005	Partida	Ud	Toma adicional DN25 Toma adicional DN 25 para conexión de rociadores futuros en pasillos de oficinas. Incluye derivación ranurada DN 50x25 y tapón roscado. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas.	7,00	18,00	126,00
05.01.006	Partida	ml	Tubería de acero sin soldadura 1" Tubería de acero sin soldadura DIN-2440 negra ranurada prefabricada en taller, incluso parte proporcional de codos, tes, reducciones, juntas ranuradas de unión, pasamuros metálicos, soportes, pintura epoxi o poliéster en rojo RAL 3000, señalización y pruebas hidráulicas. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas. DN 1"	102,00	13,90	1.417,80
05.01.007	Partida	ml	Tubería de acero sin soldadura 2" Tubería de acero sin soldadura DIN-2440 negra ranurada prefabricada en taller, incluso parte proporcional de codos, tes, reducciones, juntas ranuradas de unión, pasamuros metálicos, soportes, pintura epoxi o poliéster en rojo RAL 3000, señalización y pruebas hidráulicas. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas. DN 2"	42,00	24,50	1.029,00
05.01.008	Partida	ml	Tubería de acero sin soldadura 2 1/2" Tubería de acero sin soldadura DIN-2440 negra ranurada prefabricada en taller, incluso parte proporcional de codos, tes, reducciones, juntas ranuradas de unión, pasamuros metálicos, soportes, pintura epoxi o poliéster en rojo RAL 3000, señalización y pruebas hidráulicas. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas. DN 2 1/2"	3,00	30,50	91,50
05.01.009	Partida	Ud	Rótulo indicativo Rótulo indicativo de puesto de control local de rociadores. Medidas aproximadas 300 x 200 mm en material fotoluminiscente rígido de 1 mm con indicación ROCIADORES AUTOMÁTICOS. NIVEL. Montaje en puerta de acceso al cuarto. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas.	1,00	31,00	31,00



05.01.010	Partida	P.A.	Alimentación provisional	1,00	500,00	500,00
			Alimentación provisional de la red de rociadores anterior desde la red de BIES existente en planta con tubería DN40 mínimo y drenaje hasta bajante mas próxima, incluyendo tubería necesaria, accesorios y soportes. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas.			
05.01.011	Partida	Ud	Instalación manguito pasamuros	5,00	50,00	250,00
			Instalación de manguito pasamuros metálico DN65 en pasos de instalación entre diferentes sectores de incendio de planta y sellado con masilla intumescente HILTI o similar consiguiendo una resistencia al fuego hasta 180 minutos según UNE 23093 y UNE 23802 cumpliendo la actual Normativa. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas.			
				1,00	5.688,86	5.688,86
05.02	Capítulo		SUSTITUCIÓN BIES DE 45	1,00	2.250,00	2.250,00
05.02.001	Partida	Ud	Desmontaje de BIE	3,00	200,00	600,00
			Desmontaje de BIE de 45 mm existente en Planta de Oficinas y retirada a vertedero. Incluye vaciado y llenado de la red de tubería de abastecimiento, accesorios necesarios y todas las labores de adaptación para el montaje y conexión de la nueva BIE de 25 mm en la misma posición que la anterior. Completamente terminada según memoria, planos y especificaciones técnicas.			
05.02.002	Partida	Ud	Boca de incendio equipada	3,00	535,00	1.605,00



Boca de incendio equipada de 25 mm de diámetro según UNE-EN 671-1. Montaje empotrado en planta de oficina. Certificado AENOR y marca CE. Compuesta de:

Armario metálico construido en chapa blanca de 1,2 mm de espesor, con pestaña vuelta para empotrar, terminación en pintura epoxi roja RAL 3002 secado al horno. Marco de 560 x 720 x 22 mm y contramarco de 680 x 860 x 60 mm contruïdos en chapa acero inox. AISI 304 de 1,5 mm, cerradura de apertura rápida con tirador moleteado y bisagras. Terminación pulido satinado. Dimensiones 600 x 800 x 240 mm.

Carrete axial certificado por AENOR con devanadera construida en chapa blanca de 1 mm estampada en frío, diámetro 500 mm, terminación en pintura epoxi roja RAL 3002 secado al horno.

Buje de alimentación y rodamiento construido en AISI 304.

Toma de agua construida en latón 58/40.

Retenes de estanqueidad en caucho sintético.

Manguera de 20 m semirrígida de fibra sintética autocolapsable, fabricada según norma UNE-EN 694 Tipo B Clase 5, con norma de calidad N de AENOR..

Lanza de triple efecto (cierre, chorro y niebla) DN 25 construida en latón 58/40 terminación cromada.

Manómetro 0+25 bar R 1/4" en acero inox. baño de glicerina.

Lazo para deslizamiento de la manguera.

Cristal Parsol de 4 mm de espesor serigrafiado en pintura fotoluminiscente reflejando seña de BIE.

Válvula de esfera PN-25 con portamanómetro, construida en latón 58/40, terminación cromada. DN25.

Válvula reductora de presión DN 1 1/4. Presión de entrada máximo 20 bar. Presión de salida 1,5 a 6 bar con escala. Construida en latón, muelle de acero inoxidable y certificada por DVGW. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas.

Modelo EA.4-25/20/E+VR de PROSYSTEM

05.02.003	Partida	Ud	Seña de BIE	3,00	15,00	45,00
-----------	---------	----	-------------	------	-------	-------



Señal de BIE plana según norma UNE de 210 x 210 mm en material fotoluminiscente rígido de 1 mm con marco soporte de aluminio. Montaje en plantas mediante tornillos o adhesivo. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas.

Modelo IS-030 de SERYSIGNAL o equivalente

				1,00	2.250,00	2.250,00
05.03	Capítulo		ACTUACIONES DETECCIÓN DE INCENDIOS	1,00	684,00	684,00
05.03.001	Partida	Ud	Módulo monitor direccionable	1,00	242,00	242,00

Módulo monitor direccionable de 2 entradas analógico direccionable con caja de superficie, para integración en la Central de detección existente de una señal ALARMA del interruptor de Flujo y una señal técnica de final de carrera de válvula de mariposa. Incluye la instalación eléctrica completa para conexión al lazo analógico de planta y conexionado de los elementos finales. Completamente instalado y programado en central de detección y sistema gráfico de INCENDIO existente en el edificio según memoria, planos y especificaciones técnicas.

Modelo M720 de NOTIFIER o equivalente

05.03.002	Partida	Ud	Módulo monitor direccionable	1,00	242,00	242,00
-----------	---------	----	------------------------------	------	--------	--------

Módulo monitor direccionable de 2 entradas analógico direccionable con caja de superficie, para integración en la Central de detección existente de una señal técnica de final de carrera de las CCF de ventilación. Incluye la instalación eléctrica completa para conexión al lazo analógico de planta y conexionado de los elementos finales. Completamente instalado y programado en central de detección y sistema gráfico de INCENDIO existente en el edificio según memoria, planos y especificaciones técnicas.

Modelo M720 de NOTIFIER o equivalente

05.03.003	Partida	Ud	Módulo monitor direccionable	1,00	200,00	200,00
-----------	---------	----	------------------------------	------	--------	--------



Módulo de control direccionable 1 salida para sistema analógico direccionable con caja de superficie, para actuación por incendio de CCF 01 y CCF 02. Incluye la instalación eléctrica completa para conexión al lazo analógico de planta y a los servomotores de las compuertas. Completamente instalado y programado en central de detección y sistema gráfico de INCENDIO existente en el edificio según memoria, planos y especificaciones técnicas (Instalación de 220 VCA incluido en proyecto eléctrico).

Modelo M701-240 de NOTIFIER o equivalente

				1,00	684,00	684,00
05.04	Capítulo		SELLADOS PROTECCIÓN PASIVA	1,00	3.000,00	3.000,00
05.04.001	Partida	Ud	Formación de sellados cortafuegos	1,00	2.500,00	2.500,00
			Formación de sellados cortafuegos en elementos compartimentadores resistentes al fuego atravesados por las instalaciones mediante sistema FLAMRO en la planta TIPO a reformar de acuerdo con Ensayo en Laboratorio Oficial consiguiendo una resistencia al fuego de hasta 180 minutos según UNE 23093 y UNE 23802 cumpliendo la Normativa vigente. Instalación realizada en su totalidad y CERTIFICADA por empresa autorizada para la PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS. Incluye los huecos atravesados por:			
			- Bandejas y canalizaciones eléctricas			
			- Tuberías metálicas de Fontanería, PCI, clima, gas, etc.			
			- Conductos y Compuertas cortafuegos EXCLUIDO			
			Sistema FLAMRO de TECRESA o equivalente			
05.04.002	Partida	Ud	Suministro y montaje de collarines intumescentes	1,00	500,00	500,00
			Suministro y montaje de collarines intumescentes con carcasa metálica TECWOOL en elementos compartimentadores resistentes al fuego atravesados por tuberías y bajantes de PVC en la planta TIPO a reformar consiguiendo una resistencia al fuego de hasta 180 minutos según UNE 23093 y UNE 23802 cumpliendo la Normativa vigente. Instalación realizada en su totalidad y CERTIFICADA por empresa autorizada para la PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS.			
			Sistema TECWOOL de TECRESA o equivalente			



				1,00	3.000,00	3.000,00
05.05	Capítulo		EXTINTORES Y SEÑALIZACIÓN EVACUACIÓN	1,00	543,00	543,00
05.05.001	Partida	Ud	Extintor portátil de polvo Extintor portátil de polvo polivalente ABC de 6 kg de capacidad, con presión incorporada interior. Completo con válvula de disparo, manguera, boquilla y soporte. Timbrado por la Delegación de Industria. Certificado por AENOR y marcado CE. Eficacia mínima 21A-113B. Completamente instalado según memoria, planos y especificaciones técnicas. Modelo E006X de EXMON o equivalente	4,00	30,00	120,00
05.05.002	Partida	Ud	Señal de extintor Señal de EXTINTOR plana según norma UNE de 210 x 210 mm en material fotoluminiscente rígido de 1 mm con marco soporte de aluminio. Montaje en plantas mediante tornillos o adhesivo. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas. Modelo IS-010 de SERYSEÑAL o equivalente	4,00	15,00	60,00
05.05.003	Partida	Ud	Señal de pulsador Señal de PULSADOR plana según norma UNE de 210 x 210 mm en material fotoluminiscente rígido de 1 mm con marco soporte de aluminio. Montaje en plantas mediante tornillos o adhesivo. Completamente instalada según memoria, planos y especificaciones técnicas. Modelo IS-060 de SERYSEÑAL o equivalente	1,00	15,00	15,00
05.05.004	Partida	Ud	Señal de texto SALIDA Señal de texto SALIDA plana según norma UNE de 210 x 300 mm fabricadas en material auto extingible semirrígido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Colocada en pared mediante adhesivo o tornillos. Modelo P-901N de OBEYSA-JALITE o equivalente	3,00	15,00	45,00
05.05.005	Partida	Ud	Señal de texto SALIDA DE EMERGENCIA	1,00	15,00	15,00



			<p>Señal de texto SALIDA DE EMERGENCIA plana según norma UNE de 210 x 300 mm fabricadas en material auto extingible semirrígido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Colocada en pared mediante adhesivo o tornillos.</p> <p>Modelo P-960N de OBEYSA-JALITE o equivalente</p>			
05.05.006	Partida	Ud	<p>Señal de texto NO UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA</p> <p>Señal de texto NO UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA plana según norma UNE de 210 x 300 mm fabricadas en material auto extingible semirrígido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Colocada en pared mediante adhesivo o tornillos.</p> <p>Modelo P-968N de OBEYSA-JALITE o equivalente</p>	2,00	15,00	30,00
05.05.007	Partida	Ud	<p>Señal de DIRECCIÓN</p> <p>Señal de DIRECCIÓN plana según norma UNE de 210 x 210 mm fabricadas en material auto extingible semirrígido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Colocada en pared mediante adhesivo o tornillos.</p> <p>Modelo P-084R de OBEYSA-JALITE o equivalente</p>	5,00	15,00	75,00
05.05.008	Partida	Ud	<p>Señal de PUERTA ANTIPÁNICO</p> <p>Señal de PUERTA ANTIPANICO plana según norma UNE de 210 x 210 mm fabricadas en material auto extingible semirrígido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Colocada en hoja mediante adhesivo o tornillos.</p> <p>Modelo P-029 de OBEYSA-JALITE o equivalente</p>	1,00	15,00	15,00
05.05.009	Partida	Ud	Señal de RIESGO ELÉCTRICO	1,00	15,00	15,00



Señal de RIESGO ELECTRICO plana según norma UNE de 210 x 210 mm fabricadas en material auto extingible semirrigido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Colocada en pared mediante adhesivo o tornillos.

Modelo P-036 de OBEYSA-JALITE o equivalente

05.05.010	Partida	Ud	Plano de evacuación y emergencia	1,00	153,00	153,00
			Plano de evacuación y emergencia fabricado en material auto extingible semirrigido de PVC fotoluminiscente, con barniz protector y filtro especial contra los rayos ultravioletas. Dimeensiones DIN-A3. Indicación de rutas de evacuación, equipos contra incendios, salidas de emergencia y "Usted está aquí". Colocado en pared mediante adhesivo o tornillos.			
			Modelo de OBEYSA-JALITE o equivalente			
				1,00	543,00	543,00
				1	12.165,86	12.165,86
				1	12.165,86	12.165,86



5.- PLANOS

Listado de planos:

01. Sótano 6, alumbrado y fuerza.
02. Sótano 5, alumbrado y fuerza.
03. Sótano 4, alumbrado y fuerza.
04. Sótano 3, alumbrado y fuerza.
05. Sótano 2, alumbrado y fuerza.
06. Esquemas verticales.
07. Esquema eléctrico 1.
08. Esquema eléctrico 2.
09. Esquema eléctrico 3.
10. Esquema eléctrico 4.
11. Sótano 6, distribución de cuadros.
12. Sótano 5, distribución de cuadros.
13. Sótano 4, distribución de cuadros.
14. Sótano 3, distribución de cuadros.
15. Sótano 2, distribución de cuadros.
16. Terrazas torres-distribución.
17. Cabezas torres-distribución.



6.- CONCLUSIONES

El presente proyecto, mediante los documentos y planos de que se compone, se ha buscado definir y explicar fundamentalmente las características técnicas, pero también económicas de la reforma de la instalación eléctrica de un edificio en altura.

La realización ha servido como trabajo práctico para su presentación como Proyecto Final de Carrera de la titulación Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Electricidad, en la Universidad Politécnica Carlos III de Madrid.

A través de sus contenidos se reflejan los conocimientos adquiridos a lo largo de los años de aprendizaje, además de ampliar conceptos y materias, superando nuevos retos que se han planteado durante la ejecución del presente documento.

La herramienta de referencia principal a lo largo de todo el proyecto ha sido el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Con estas premisas, se ha propuesto un sistema eléctrico alimentado normalmente desde una conexión con la red de Media Tensión, a través de un centro de transformación abonado. Este centro de transformación se ha dotado de dos transformadores dimensionados para soportar individualmente la totalidad de la potencia prevista para la instalación y adicionalmente de un grupo electrógeno para alimentar los servicios de emergencia. Esta redundancia aumenta significativamente la disponibilidad en el suministro ante el fallo de cualquiera de los transformadores.



7.- BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- García Trasancos, José, “Instalaciones eléctricas en media y baja tensión”.
- UNESA: Guía Técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones de puesta a tierra en redes de distribución.
- www.codigotecnico.org.
- www.nexans.es.
- www.schneiderelectric.es.
- www.ormazabal.es
- www.wamco.com.
- www.gesan.com.
- www.facel.es.
- www.f2i2.net/Documentos/PuntoInfoLSI/Ediseno/CELMA_guia_aplicacion.pdf
- www.abb.es.

8.- INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Transformador seco MT/BT. Fuente: www.schneiderelectric.es

Figura 2: Esquema unifilar del centro de transformación.

Figura 3: Luminaria autónoma con batería. Fuente: www.wamco.com

Figura 4: Dimensiones grupo electrógeno. Fuente: www.gesan.com

Figura 5: Conductor RZ1-K (AS) 0,6/1 kV. Fuente: www.facel.es

Figura 6: Conductor RZ1-KV (AS+) 0,6/1 kV Fuente: www.facel.es

Figura 7: Conductor ES07Z1-K (AS). Fuente: www.nexans.es

Figura 8: Cálculos lumínicos en garajes.

Figura 9: Estudio de iluminación de luces de emergencia.

Tabla 1: Ámbito de aplicación sistemas captación y transformación de energía.

Fuente: Código técnico de la edificación.

Tabla 2: Características cable ES07Z1-K (AS). Fuente: www.nexans.es

Tabla 3: Niveles mínimos de iluminación Fuente: Código técnico de la edificación.

Tabla 4 Componentes de la instalación. Fuente: Código técnico de la edificación.

Tabla 5: Ángulo de protección. Fuente: Código técnico de la edificación

Tabla 6: Cuadro General de Baja Tensión del centro de transformación de abonado alimentado por 2x800 kVA.

Tabla 7: Líneas de alimentación a Cuadros Secundarios de Oficinas desde BTV del centro de transformación de compañía alimentado por 2x800 kVA.